

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re

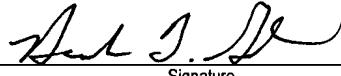
U.S. Application of: Keiji MATSUSAKA
For: IMAGE-TAKING APPARATUS, AND CAMERA
AND CAMERA SYSTEM INCORPORATING IT
U.S. Serial No.: To Be Assigned
Confirmation No.: To Be Assigned
Filed: Concurrently
Group Art Unit: To Be Assigned
Examiner: To Be Assigned

MAIL STOP PATENT APPLICATION
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

EXPRESS MAIL MAILING LABEL NO.: EV 135134694 US
DATE OF DEPOSIT: SEPTEMBER 16, 2003
I hereby certify that this paper or fee is being deposited with the
United States Postal Service "Express Mail Post Office to Addressee"
service under 37 C.F.R. § 1.10 on the date indicated above and is
addressed to MAIL STOP PATENT APPLICATION, Commissioner for
Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

DERRICK T. GORDON

Name of Person Mailing Paper or Fee



Signature

September 16, 2003
Date of Signature

Dear Sir:

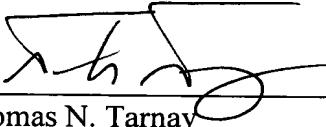
SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT

Submitted herewith is a certified copy of Japanese Patent Application No. 2003-175264, filed June 19, 2003.

Priority benefit under 35 U.S.C. § 119/365 for the Japanese patent application is claimed for the above-identified United States patent application.

Respectfully submitted,

By:


Thomas N. Tarnay
Reg. No. 41,341
Attorney for Applicant

TNT/lb

SIDLEY AUSTIN BROWN & WOOD LLP
717 N. Harwood, Suite 3400
Dallas, Texas 75201
Direct: (214) 981-3388
Main: (214) 981-3300
Facsimile: (214) 981-3400

September 16, 2003

DAI 271688v1

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2003年 6月19日

出願番号

Application Number:

特願2003-175264

[ST.10/C]:

[J P 2003-175264]

出願人

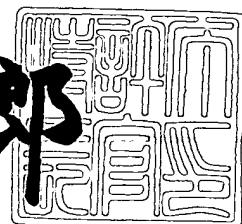
Applicant(s):

ミノルタ株式会社

2003年 7月 2日

特許長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3052452

【書類名】 特許願
 【整理番号】 TL04749
 【提出日】 平成15年 6月19日
 【あて先】 特許庁長官 殿
 【国際特許分類】 H04N 5/225
 【発明の名称】 撮像装置
 【請求項の数】 5

【発明者】

【住所又は居所】 大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
 ミノルタ株式会社内

【氏名】 松坂 麗二

【特許出願人】

【識別番号】 000006079
 【氏名又は名称】 ミノルタ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100085501

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐野 静夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100111811

【弁理士】

【氏名又は名称】 山田 茂樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 024969
 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9716119

【包括委任状番号】 0000030

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書
 【発明の名称】 撮像装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光学像を電気的な信号に変換する撮像素子と、その撮像素子の受光面上に前記光学像を形成する撮像レンズと、を備えた撮像装置であって、前記撮像レンズの最も物体側のレンズ面が、レンズ中央部で正の光学的パワー、レンズ周辺部で負の光学的パワーを有する面形状の非球面であり、以下の条件式(1)を満足することを特徴とする撮像装置；

$$-90 < Da < -20 \quad \cdots (1)$$

ここで、

Da：撮像素子の受光面の対角方向の最大半画角での歪曲収差(%)、
 である。

【請求項2】 光学像を電気的な信号に変換する撮像素子と、その撮像素子の受光面上に前記光学像を形成する撮像レンズと、を備えた撮像装置であって、前記撮像レンズが絞りを挟んで前群と後群とから成り、前記前群が全体として正の光学的パワーを有し、前記後群が全体として正の光学的パワーを有し、前記前群の少なくとも1つのレンズ面が、レンズ中央部で正の光学的パワー、レンズ周辺部で負の光学的パワーを有する面形状の非球面であり、以下の条件式(1)を満足することを特徴とする撮像装置；

$$-90 < Da < -20 \quad \cdots (1)$$

ここで、

Da：撮像素子の受光面の対角方向の最大半画角での歪曲収差(%)、
 である。

【請求項3】 前記撮像レンズが以下の条件式(2)～(4)を満足することを特徴とする請求項1又は2記載の撮像装置；

$$0.05 < | f / f_{asp} | < 1 \quad \cdots (2)$$

$$0.18 < f / TL < 2 \quad \cdots (3)$$

$$0.03 < T_{asp} / TL < 0.5 \quad \cdots (4)$$

ここで、

f : 全系の近軸焦点距離、
 fasp : 非球面を有するレンズの近軸焦点距離、
 TL : 撮像レンズの最も物体側の面の面頂点から撮像素子の受光面までの光軸
 上の距離、
 Tasp : 非球面を有するレンズの光軸上の厚み、
 である。

【請求項4】 面頂点を原点とするローカルな直交座標系(x,y,z)を用いた以下
 の式(ASP)で非球面形状を定義するとき、前記非球面の面形状が以下の条件式(5)
 を満足することを特徴とする請求項1, 2又は3記載の撮像装置；

$$z = (c \cdot h^2) / [1 + \sqrt{1 - (1+K) \cdot c^2 \cdot h^2}] + (A \cdot h^4 + B \cdot h^6 + C \cdot h^8 + D \cdot h^{10} + E \cdot h^{12} + F \cdot h^{14} + G \cdot h^{16} + H \cdot h^{18} + I \cdot h^{20}) \quad \cdots (\text{ASP})$$

$$0.2 < |\Delta Z_{asp} / \Delta Z_{sp}| < 5 \quad \cdots (5)$$

ここで、

z : 高さhの位置でのz軸方向(光軸方向)の変位量(面頂点基準)、

h : z軸に対して垂直な方向の高さ($h^2 = x^2 + y^2$)、

c : 面頂点での曲率(=1/曲率半径)、

A,B,C,D,E,F,G,H,I : それぞれ4,6,8,10,12,14,16,18,20次の非球面係数、

K : 円錐係数、

ΔZ_{sp} : 最大有効径での球面サグ量、

ΔZ_{asp} : 最大有効径での非球面サグ量、

である。

【請求項5】 請求項1, 2, 3又は4記載の撮像装置と、撮影方向を変えるために前記撮像装置を少なくとも一方向に回転させる回転機構と、を備えたことを特徴とするカメラ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は撮像装置に関するものであり、更に詳しくは広画角の確保と画面中央領域の望遠画像の高精細化とを両立する撮像レンズを備えた撮像装置に関するも

のである。

【0002】

【従来の技術】

一般的な撮像装置に採用されている撮像レンズは、歪曲収差が良好に補正されており、撮像素子の受光面(すなわち撮像面)の中央部と周辺部とで像倍率の変化が小さくなっている。これとは別に、負の歪曲収差を大きく発生させた撮像レンズも存在する。それは、全画角が 180° 程度に達する魚眼レンズのように、超広角画像を得ることを目的とするものである。そして、負の歪曲収差を意図的に発生させることにより、中心画像に比べて周辺画像を大幅に圧縮させる特性を持っている。

【0003】

上述した2タイプの撮像レンズのうち、後者に近い特性を有するロボット眼用の広角レンズ(以下「中心窓レンズ」と呼ぶ。)が、非特許文献1, 2で提案されている。これらの中心窓レンズは、いずれも人間の視覚機能を真似たものである。人間の目の網膜には「中心窓」と呼ばれる領域があり、この領域では周辺領域に比べて視細胞(光を感じる神経細胞)の密度が高くなっている。中心窓の周辺領域での視力は低いが、眼球運動によって注視したい領域を常に中心窓で観察することが可能である。したがって、情報量の観点からも非常に効率の良い構造と言える。この中心窓の構造を模倣した中心窓レンズは、高精細な領域を中心領域のみに狭めることにより、トータルの入力画像情報量を減らして画像処理速度を向上させている。また、中心窓レンズのもう一つの大きな特徴として、撮像面の中央部での像倍率を魚眼レンズ等に比して大幅に高めている点が挙げられる。これにより中心窓レンズは、光学的な変倍作用を持たない単焦点レンズであるにもかかわらず、広画角画像と画面中央の望遠画像とを同時に得ることを可能にしている。

【0004】

【非特許文献1】

Y.Kuniyoshi, N.Kita, K.Sugimoto, S.Nakamura, T.Suehiro: "A Foveated Wide Angle Lens for Active Vision", Proc.IEEE Int.Conf.Robotics and Au

tomation, pp.2982-2988, 1995. [online], [平成15年3月26日検索], インターネット<URL:<http://www.is.aist.go.jp/acac/publications/ICRA95.ps>>

【非特許文献2】

Y.Suematsu, H.Yamada, T.Ueda: "A Wide Angle Vision Sensor with Fovea-Design of Distortion Lens and the Simulated Images-", IEEE International Industrial Electronics Conference, USA, pp.1770-1773(1993)

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

全画角が60°を超えるような広角レンズで画面周辺部まで歪みのない画像を得ようとすると、レンズ枚数の増加等により光学系の構成が複雑化して、コストアップにつながることになる。さらに、超広角画像を同等の高精細さで記録しようとすると、情報量が極めて大きくなるため、コスト高の高画素撮像素子が必要になる。最近普及率が高まっている携帯電話、携帯情報端末等での送受信においては、データ転送の観点からも情報量の増加は好ましくない。

【0006】

また、負の歪曲収差を意図的に大きく発生させた超広角レンズ(又は魚眼レンズ)の場合、画面中央部の拡大画像を得るための方式として、光学系の一部を動かす光学ズーム方式と、画像処理によって補間する電子ズーム方式とが考えられる。前者の方式には、光学系・駆動機構の構成が共に複雑化してコストアップを招くという問題があり、後者的方式には、画質の劣化が生じるという問題がある。

【0007】

一方、従来の中心窓レンズはレンズ枚数が7~11枚と多いため、光学系が大型化しており、また全てがガラスレンズであるためコストが高い。また、残存収差が大きく、結像特性も充分でない。このため従来の中心窓レンズは、高画質化、コンパクト化、低コスト化には適していない。また、いずれもFナンバーが4と暗く、大口径化が難しいという問題もある。

【0008】

本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであって、その目的は、中心窓

レンズの利点を活かしつつ、大口径でありながらコンパクトかつ高性能な撮像レンズを備えた撮像装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、第1の発明の撮像装置は、光学像を電気的な信号に変換する撮像素子と、その撮像素子の受光面上に前記光学像を形成する撮像レンズと、を備えた撮像装置であって、前記撮像レンズの最も物体側のレンズ面が、レンズ中央部で正の光学的パワー、レンズ周辺部で負の光学的パワーを有する面形状の非球面であり、以下の条件式(1)を満足することを特徴とする。

$$-90 < Da < -20 \quad \cdots (1)$$

ここで、

Da : 撮像素子の受光面の対角方向の最大半画角での歪曲収差(%)、
である。

【0010】

第2の発明の撮像装置は、光学像を電気的な信号に変換する撮像素子と、その撮像素子の受光面上に前記光学像を形成する撮像レンズと、を備えた撮像装置であって、前記撮像レンズが絞りを挟んで前群と後群とから成り、前記前群が全体として正の光学的パワーを有し、前記後群が全体として正の光学的パワーを有し、前記前群の少なくとも1つのレンズ面が、レンズ中央部で正の光学的パワー、レンズ周辺部で負の光学的パワーを有する面形状の非球面であり、以下の条件式(1)を満足することを特徴とする。

$$-90 < Da < -20 \quad \cdots (1)$$

ここで、

Da : 撮像素子の受光面の対角方向の最大半画角での歪曲収差(%)、
である。

【0011】

第3の発明の撮像装置は、上記第1又は第2の発明の構成において、前記撮像レンズが以下の条件式(2)～(4)を満足することを特徴とする。

$$0.05 < | f / f_{asp} | < 1 \quad \cdots (2)$$

$$0.18 < f/TL < 2 \cdots (3)$$

$$0.03 < Tasp/TL < 0.5 \cdots (4)$$

ここで、

f : 全系の近軸焦点距離、

f_{asp} : 非球面を有するレンズの近軸焦点距離、

TL : 撮像レンズの最も物体側の面の面頂点から撮像素子の受光面までの光軸上の距離、

$Tasp$: 非球面を有するレンズの光軸上の厚み、

である。

【0012】

第4の発明の撮像装置は、上記第1，第2又は第3の発明の構成において、面頂点を原点とするローカルな直交座標系(x, y, z)を用いた以下の式(ASP)で非球面形状を定義するとき、前記非球面の面形状が以下の条件式(5)を満足することを特徴とする。

$$z = (c \cdot h^2) / [1 + \sqrt{1 - (1 + K) \cdot c^2 \cdot h^2}] + (A \cdot h^4 + B \cdot h^6 + C \cdot h^8 + D \cdot h^{10} + E \cdot h^{12} + F \cdot h^{14} + G \cdot h^{16} + H \cdot h^{18} + I \cdot h^{20}) \cdots (\text{ASP})$$

$$0.2 < |\Delta Zasp / \Delta Zsp| < 5 \cdots (5)$$

ここで、

z : 高さ h の位置での z 軸方向(光軸方向)の変位量(面頂点基準)、

h : z 軸に対して垂直な方向の高さ($h^2 = x^2 + y^2$)、

c : 面頂点での曲率($= 1 / \text{曲率半径}$)、

$A, B, C, D, E, F, G, H, I$: それぞれ4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20次の非球面係数、

K : 円錐係数、

ΔZsp : 最大有効径での球面サグ量、

$\Delta Zasp$: 最大有効径での非球面サグ量、

である。

【0013】

第5の発明のカメラは、上記第1，第2，第3又は第4の発明の撮像装置と、撮影方向を変えるために前記撮像装置を少なくとも一方向に回転させる回転機構

と、を備えたことを特徴とする。

【0014】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を実施した撮像装置を、図面を参照しつつ説明する。撮像装置は、被写体の映像を光学的に取り込んで電気的な信号として出力する光学装置であり、物体(被写体)の光学像を形成する画像入力光学系、その光学像を電気信号に変換する撮像素子等で構成される。また撮像装置は、被写体の静止画撮影や動画撮影に用いられるカメラの主たる構成要素を成すものであり、カメラの例としては、デジタルカメラ；ビデオカメラ；監視カメラ；車載カメラ；テレビ電話用カメラ；ドアホーン用カメラ；パーソナルコンピュータ，モバイルコンピュータ，携帯電話，携帯情報端末(PDA：Personal Digital Assistant)，これらの周辺機器(マウス，スキャナー，プリンター等)，その他のデジタル機器等に内蔵又は外付けされるカメラが挙げられる。したがって、撮像装置を用いることによりカメラを構成することができるだけでなく、各種機器に撮像装置を搭載することによりカメラ機能を付加することが可能である。

【0015】

図23に、撮像装置の代表的な構成例を示す。この撮像装置UTは、物体(被写体)側から順に、撮像素子SRの受光面SS上に物体の光学像(IM：像面)を形成する画像入力光学系OPと、画像入力光学系OPにより形成された光学像を電気的な信号に変換する撮像素子SRと、で構成されており、カメラDCに搭載された状態で使用される。画像入力光学系OPは、光学像を形成するための光学的パワーを有する結像光学系としての撮像レンズSLと、光学的パワーを持たない平行平面板PLと、で構成されている。そして、撮像レンズSLには複数のレンズ、絞りST等が含まれ、平行平面板PLには光学フィルター(光学的ローパスフィルター，赤外カットフィルター等)や撮像素子SRのカバーガラス等が含まれる。

【0016】

撮像素子SRとしては、例えば複数の画素を有するCCD(Charge Coupled Device)やCMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)センサー等の固体

撮像素子が用いられる。撮像素子SRの受光面SSは平面から成っており、画像入力光学系OPによって撮像素子SRの受光面SS上に形成された光学像は、撮像素子SRにより電気的な信号に変換される。撮像素子SRで生成した信号は、必要に応じて所定のデジタル画像処理や画像圧縮処理等が施されてデジタル映像信号としてメモリー(半導体メモリー、光ディスク等)に記録されたり、場合によってはケーブルを介したり赤外線信号に変換されたりして他の機器に伝送される。なお、上記デジタル画像処理や画像圧縮処理等は、撮像装置UT内で行うようにしてもよく、撮像装置UTと共にカメラDCに搭載されている後述の画像処理機構FA等で行うようにしてもよい。

【0017】

画像入力光学系OPで形成されるべき光学像は、撮像素子SRの画素ピッチにより決定される所定の遮断周波数特性を有する光学的ローパスフィルター(平行平面板PLに相当する。)を通過することにより、電気的な信号に変換される際に発生するいわゆる折り返しノイズが最小化されるように、空間周波数特性が調整される。これにより、画素ピッチよりも高周波の被写体パターンを撮像したときのモアレ像の発生を抑えることができる。光学的ローパスフィルターとしては、複屈折型ローパスフィルターや位相型ローパスフィルター等が適用可能である。複屈折型ローパスフィルターとしては、結晶軸方向が所定方向に調整された水晶等の複屈折材料から成るもの、偏光面を変化させる波長板等を積層して成るもの等が挙げられる。位相型ローパスフィルターとしては、必要とされる光学的な遮断周波数特性を回折効果により達成するもの等が挙げられる。また、赤外カットフィルター(平行平面板PLに相当する。)は、撮像素子SRが有する高い赤外光感度のために正確な色調再現が阻害されるのを防止する。

【0018】

図19に、撮像レンズSLの歪曲特性の一例を示す。図19(A)は歪曲収差-画角特性を示すグラフであり、横軸が歪曲収差S(%)、縦軸が半画角θ(°)である。図19(B)は画角-像高特性を示すグラフであり、横軸が半画角θ、縦軸が像高hである。図19(A)に示すように、半画角θが所定値θi以下の領域では歪曲収差Sが所定値Si以下であり、半画角θが所定値θiを超えると歪曲収差S

が急激に大きくなつて、半画角 $\theta = 50^\circ$ では歪曲収差 $S = -70\%$ となる。ここで、歪曲収差 S における所定値 S_i は被写体像が略歪みのない自然な画像に見える値であり、例えば $S_i \approx 3\%$ (このとき $\theta_i \approx 8^\circ$) である。もちろん、所定値 S_i を 3% 以下の値(例えば約 2% や約 1%) に設定したとしても、見た目には歪みを感じない自然な画像となる。

【0019】

図19(B)に示すように、半画角 θ が小さい領域(点線より左側の領域)では、半画角 θ に対する像高 h が略線形であつて、半画角 θ の単位変化量に対する像高 h の変化量が大きくなつてゐる。一方、半画角 θ が大きい領域(点線より右側の領域)では、半画角 θ に対する像高 h が非線形であつて、半画角 θ の単位変化量に対する像高 h の変化量が徐々に小さくなつて略一定値に飽和してゐる。つまり、画角が小さい領域では解像度が高く、画角が大きい領域では解像度が低いことが分かる。このように撮像レンズ SL には、視野が広く、注目領域での解像度が高く、注目領域で歪みの目立たない自然な画像が得られる等の特長がある。

【0020】

上記撮像装置 UT (図23)でデジタルカメラ、監視カメラ等を構成する場合、通常そのカメラ DC のボディ内部に撮像装置 UT を配置することになるが、カメラ機能を実現する際には必要に応じた形態を採用することが可能である。例えば、ユニット化した撮像装置 UT をカメラ DC のボディに対して着脱自在又は回動自在に構成してもよく、ユニット化した撮像装置 UT を携帯電話、携帯情報端末等のデジタル機器に対して着脱自在又は回動自在に構成してもよい。

【0021】

カメラ DC (図23)は、上記撮像装置 UT と共に画像処理機構 FA 等を備えている。画像処理機構 FA は、撮像素子 SR の受光面 SS 上の像の歪みを補正する機構である。上述した撮像レンズ SL の歪曲特性(図19)を知ることは容易であるため、その歪曲の逆変換を行うことにより、撮像レンズ SL で生じた歪曲を補正すれば、歪んだ光学像の画像をほぼ歪みのない画像に変換することができる。例えば、撮像画像の画素位置と歪曲のない画像の画素位置とを計算により対応づけてマッピングを行えばよい。画面周辺部分では画像が圧縮されるため、逆変換

の際に情報が不足することになるが、種々の画像補間法(ニアレストネイバー法、バイキューピック法等)を用いて画像を補間することが可能である。撮像レンズによる画面周辺での圧縮率が従来の射影方式に比べて高いため、画面周辺での解像度は先に述べたように低い。これは、逆に全情報量が少ないことを意味する。そのため、従来処理速度の問題によりリアルタイムでの歪曲補正が難しかったが、本発明に係る光学構成によれば、その処理速度を速めて動画のフレームレートを改善することが可能である。そして、歪曲収差によって歪んだ画像を肉眼で見える光景と同様な相似形の略歪みのない自然な画像に補正する歪み補正処理、解像度変換等の画像処理を、画像処理機構FAによって行うことができる。図20に、歪み補正処理前後の画像の一例を示す。図20(A)は歪み補正処理前の画像(撮像画像)51を示しており、図20(B)は歪み補正処理後の画像(歪み補正画像)52を示している。

【0022】

またカメラDC(図23)は、上記撮像装置UTと共にパン・チルト機構FB等を備えている。パン・チルト機構FBは画像入力光学系OPをパン・チルト動作させる機構であり、画像入力光学系OPを撮像装置UTごとパン・チルト動作させることにより、注視したい領域を常に解像度の高い画面中央領域で捉えることを可能にする機構である。

【0023】

撮像レンズは、画面中央部に対する画面周辺部での圧縮率が、従来の魚眼レンズ等に比して高いという特性がある。このため、撮像素子の受光面周辺部分の各画素に対応する情報量は少なく、結果的に画面周辺での空間分解能が低くなってしまう。そこで、回転機構で撮像装置を少なくとも一方に回転させる(例えば、パン動作、チルト動作の少なくとも一方を行う)ことにより撮影方向を変えて、注視したい領域を常に解像度の高い画面中央領域で捉えるようすれば、上記問題を効果的に解消することができる。この機能は、監視用途に用いられる撮像装置に好適である。例えば、平時には広視野で観察し、解像度の低い周辺部で何らかの動きを感じすれば、感知した領域を解像度の高い画面中央領域にパン・チルトさせることにより、周囲する監視カメラよりも効率良く監視することができ

る。しかも、メカの使用頻度が少なくなるため、耐久性の面でも有利である。光学ズーム方式の監視カメラと比較しても、コスト面で有利である。また、光学ズーム方式が望遠端で撮影している間、1台のカメラでは同時に広視野を観察することができないのに対して、カメラDCは広視野と望遠領域を撮像レンズで同時に観察することが可能である。

【0024】

ここで、上記撮像装置UTを搭載した監視カメラ、監視カメラを用いた監視システム等の構成例を説明する。図15に、監視システムの構成例を示す。図15に示す監視システム1は、所定の監視対象領域を撮影する監視カメラ2と、パソコン用コンピュータや携帯電話等のコントローラ3と、を備えた構成になっている。そして、監視カメラ2とコントローラ3とは通信ネットワーク4を介して接続されている。

【0025】

監視カメラ2は監視対象を撮像すると、その画像の画像データを通信ネットワーク4を介してコントローラ3に送信する。一方、コントローラ3は、監視カメラ2に対する操作コマンド(例えば、撮影方向を変更する指示等)がユーザーによって入力されると、その操作コマンドを通信ネットワーク4を介して監視カメラ2に送信する。監視カメラ2は、その操作コマンドに基づいて動作する。コントローラ3の表示部には監視カメラ2により撮影された画像が表示されるので、ユーザーはそれを見ながら監視カメラ2を遠隔操作により動作させることができる。

【0026】

図16に、監視システム1に使用される監視カメラ2の構成例を示す。図16に示す監視カメラ2は、撮像装置UTと、U字型に屈曲した枠体22と、撮像装置UTの光軸(撮影方向、監視方向に相当する。)AXを上下方向(チルト方向)に移動させるギヤードモーター23と、撮像装置UTの光軸AXを左右方向(パン方向)に移動させるギヤードモーター24と、を備えている。

【0027】

撮像装置UTは、左右の側面に突設されたチルト方向の回転軸25を枠体22

の側面22A, 22A'に穿設された孔22Bに貫通させた状態で、枠体22に取り付けられている。側面22Aを貫通して突出した回転軸25の先端には、ギヤードモーター23の出力軸が取り付けられている。枠体22の下面中央にはパン方向の回転軸26が下方向に突設されており、この回転軸26の先端にはギヤードモーター24の出力軸が取り付けられている。ギヤードモーター23の筐体は枠体22に固定部材(不図示)で固定されており、枠体22と一体的にパン方向に回動可能に構成されている。ギヤードモーター24は、監視カメラ2の支持体27に固定されている。

【0028】

ギヤードモーター24を回転駆動すると、枠体22が回転軸26を中心に回転し、これにより撮像装置UTの光軸AXがパン方向に移動する。このときの監視カメラ2の動作が「パン動作」である。一方、ギヤードモーター23を回転駆動すると、撮像装置UTが回転軸25を中心に回転し、これによりカメラ21の光軸AXがチルト方向に移動する。このときの監視カメラ2の動作が「チルト動作」である。

【0029】

図17に、監視カメラ2のシステム構成をブロック図で示す。監視カメラ2は、撮像装置UTと、画像生成部31と、画像データバッファ32と、画像処理部33(前述の画像処理機構FAに相当する。)と、駆動部34と、制御部35と、画像データ記録部36と、記憶部37と、通信I/F部38と、I/F部39と、を備えた構成になっている。

【0030】

撮像装置UTは、前述した撮像レンズSL、撮像素子SR等を備えている。ここで用いられている撮像素子SRは、受光した光をその光強度に従った電気信号に変換する複数の受光素子が、2次元的(ハニカム状、マトリックス状等)に配置された光電変換素子であり、その受光面には、R(赤)・G(緑)・B(青)の色フィルタが1:2:1の比率で配設されている(なお、撮像素子SRはカラー用に限らず、モノクロ用でもよい。)。撮像素子SRは、被写体の光学像をR・G・Bの色成分の電気信号(画像信号)に変換し、R・G・B各色の画像信号として画像

生成部31に出力する。なお、撮像素子SRにおける露出動作の開始・終了、各画素の出力信号の読み出し(水平同期、垂直同期、転送)等の撮像動作は、制御部35によって制御される。

【0031】

画像生成部31は、画像全体に対して適正な黒レベルの決定、 γ 補正、ホワイトバランス調整(WB調整)、輪郭補正、色ムラ補正等の画像処理を行って、画像信号から各画素の画像データを生成する。画像生成部31で生成された画像データは、画像データバッファ32に出力される。画像データは、各画素毎に画素位置を表す位置データと画素の輝度を表す輝度データとが対応づけられて構成されている。輝度データは、監視カメラ2がモノクロ撮影する場合には各画素の輝度値で構成され、監視カメラ2がカラー撮影する場合には各画素におけるR・G・Bの各成分の輝度値又は輝度値と各色差の値で構成される。

【0032】

画像データバッファ32は、画像データを一時的に記憶するとともに、この画像データに対し画像処理部33での処理を行うための作業領域として用いられるメモリ(RAM等)である。画像処理部33は、画像データバッファ32の画像データに対し、歪曲収差によって歪んだ画像(図20(A)の撮像画像51)を肉眼で見える光景と同様な相似形の略歪みのない自然な画像(図20(B)の歪み補正画像52)に補正する歪み補正処理、解像度変換等の画像処理を行う回路である。歪み補正処理においては、撮像レンズSLの特性を活かして画面中央領域の画像がそのまま歪み補正することなく用いられ、画面周辺領域のみ歪み補正処理が行われる。

【0033】

駆動部34は、ギヤードモーター23、24を含み、制御部35から出力される制御信号により、撮像装置UTの光軸AXをパン方向やチルト方向に駆動する。画像データ記録部36は、画像データバッファ32に記憶されている画像データを記録媒体(CD-R等の光ディスク、ハードディスク等の磁気ディスク、メモリカード、半導体メモリー等)に記録する回路である。記憶部37は、監視カメラ2の動作に必要な各種プログラム、プログラム実行中に必要なデータ、プロ

グラム実行中に生じたデータを記憶する記憶回路であり、ROMやRAM等を備えた構成になっている。

【0034】

通信I/F部38は、通信ネットワーク4との間で通信を行うためのインターフェースであり、コントローラ3への画像データを収容する通信パケットの送信、コントローラ3からの操作コマンドを収容する通信パケットの受信等を行う。I/F部39は、外部機器と画像データを送受信するインターフェースであり、例えば、USBやIEEE1394等の規格に準拠したインターフェースである。制御部35は、マイクロプロセッサ等を備えた構成になっており、上記各部の制御を行う。

【0035】

図18に、コントローラ3のシステム構成をブロック図で示す。コントローラ3は、操作部41、表示部42、制御部43及び通信I/F部44を備えた構成になっている。操作部41は、監視カメラ2に対する各種の操作を指示する操作コマンド(パン動作、チルト動作、画像データの記録・送信要求等)を入力する装置であり、例えば、コントローラ3がパーソナルコンピュータの場合にはキーボードやマウスに相当し、携帯電話の場合にはテンキーやカーソルキーに相当する。表示部42は、監視カメラ2から通信ネットワーク4を介して送信された画像を表示するディスプレイであり、コントローラ3がパーソナルコンピュータの場合にはCRTディスプレイやLCD等のモニターに相当し、携帯電話の場合にはLCD表示部に相当する。

【0036】

通信I/F部44は、通信ネットワーク4との間で通信を行うためのインターフェースであり、監視カメラ2から画像データを収容した通信パケットの受信、監視カメラ2へ操作コマンドを収容した通信パケットの送信等を行う。制御部43は、例えば、コントローラ3を制御する制御プログラムを記憶するROMや一時的にデータを記憶するRAMを備えたマイクロコンピュータから構成され、操作部41、表示部42及び通信I/F部44を有機的に制御して、コントローラ3の動作を制御する。

【0037】

次に、撮像レンズS Lから成る画像入力光学系O Pの光学構成を説明する。図1～図7に、第1～第7の実施の形態の光学構成をそれぞれ示す。各光学構成図は、画像入力光学系O Pのレンズ配置、光路等を光学断面で示しており、各光学構成図中、 s_i ($i=1,2,3,\dots$)が付された面は物体側から数えてi番目の面、 s_i に*印が付された面は非球面である。いずれの実施の形態においても、撮像レンズS Lは単焦点レンズであり、その像側には光学フィルター等に相当する平行平面板P Lが配置されている。

【0038】

第1～第5、第7の実施の形態(図1～図5、図7)は前記第1の発明の実施の形態であり、撮像レンズS Lの最も物体側のレンズ面が、レンズ中央部で正の光学的パワー、レンズ周辺部で負の光学的パワーを有する面形状の非球面になっている。また、第1～第4、第6、第7の実施の形態(図1～図4、図6、図7)は第2の発明の実施の形態であり、撮像レンズS Lが絞りS Tを挟んで前群G r Fと後群G r Rとから成り、前群G r Fが全体として正の光学的パワーを有し、後群G r Rが全体として正の光学的パワーを有している。

【0039】

各実施の形態のレンズ構成を以下に説明する。ただし、各レンズや各レンズ群の光学的パワーは近軸領域でのものであり、単レンズについては両側が空気である場合の光学的パワーを表記しており、接合レンズを構成している単レンズについては、接合面の両側がレンズ媒質である場合の光学的パワーを実際の光学配置に基づいて表記している。なお、本明細書中の「光学的パワー」は、領域を特記しない限り近軸領域での光学的パワーをいうものとする。

【0040】

第1の実施の形態(図1)の撮像装置U Tに含まれる撮像レンズS Lは、負・正・正・正の光学的パワー配置から成るレンズタイプの単焦点レンズである。この撮像レンズS Lは、物体側から順に、1枚の負レンズから成る第1レンズ群と、1枚の正レンズから成る第2レンズ群と、絞りS Tと、正レンズ及び負レンズの接合から成る全体として正の光学的パワーを有する第3レンズ群と、1枚の正レ

ンズから成る第4レンズ群と、で構成されている。そして、絞りSTを挟んで物体側に位置する第1、第2レンズ群が全体として正の光学的パワーを有する前群GrFであり、絞りSTを挟んで像側に位置する第3、第4レンズ群が全体として正の光学的パワーを有する後群GrRである。また、第1、第4レンズ群を構成している各レンズの両面は非球面である。ここでは低コスト化を図るために、非球面を有するレンズは全てプラスチックレンズとしている。

【0041】

第2の実施の形態(図2)の撮像装置UTに含まれる撮像レンズSLは、負・正・正・負の光学的パワー配置から成るレンズタイプの単焦点レンズである。この撮像レンズSLは、物体側から順に、1枚の負レンズから成る第1レンズ群と、1枚の正レンズから成る第2レンズ群と、絞りSTと、光学的パワーの弱い正レンズ及び正レンズの接合から成る全体として正の光学的パワーを有する第3レンズ群と、1枚の負レンズから成る第4レンズ群と、で構成されている。そして、絞りSTを挟んで物体側に位置する第1、第2レンズ群が全体として正の光学的パワーを有する前群GrFであり、絞りSTを挟んで像側に位置する第3、第4レンズ群が全体として正の光学的パワーを有する後群GrRである。また、第1、第2、第4レンズ群を構成している各レンズの両面は非球面である。ここでは低コスト化を図るために、非球面を有するレンズは全てプラスチックレンズとしている。

【0042】

第3の実施の形態(図3)の撮像装置UTに含まれる撮像レンズSLは、負・正・正・正の光学的パワー配置から成るレンズタイプの単焦点レンズである。この撮像レンズSLは、物体側から順に、1枚の負レンズから成る第1レンズ群と、1枚の正レンズから成る第2レンズ群と、絞りSTと、正レンズ及び負レンズの接合から成る全体として正の光学的パワーを有する第3レンズ群と、1枚の正レンズから成る第4レンズ群と、で構成されている。そして、絞りSTを挟んで物体側に位置する第1、第2レンズ群が全体として正の光学的パワーを有する前群GrFであり、絞りSTを挟んで像側に位置する第3、第4レンズ群が全体として正の光学的パワーを有する後群GrRである。また、第1、第2、第4レンズ

群を構成している各レンズの両面は非球面である。ここでは低コスト化を図るために、非球面を有するレンズは全てプラスチックレンズとしている。

【0043】

第4の実施の形態(図4)の撮像装置UTに含まれる撮像レンズSLは、負・正・正・正の光学的パワー配置から成るレンズタイプの単焦点レンズである。この撮像レンズSLは、物体側から順に、1枚の負レンズから成る第1レンズ群と、1枚の正レンズから成る第2レンズ群と、絞りSTと、正レンズ及び負レンズの接合から成る全体として正の光学的パワーを有する第3レンズ群と、1枚の正レンズから成る第4レンズ群と、で構成されている。そして、絞りSTを挟んで物体側に位置する第1、第2レンズ群が全体として正の光学的パワーを有する前群GrFであり、絞りSTを挟んで像側に位置する第3、第4レンズ群が全体として正の光学的パワーを有する後群GrRである。また、第1レンズ群を構成している単レンズの両面と、第4レンズ群を構成している単レンズの像側面は、非球面である。ここでは低コスト化を図るために、非球面を有するレンズは全てプラスチックレンズとしている。

【0044】

第5の実施の形態(図5)の撮像装置UTに含まれる撮像レンズSLは、負・正・正・正の光学的パワー配置から成るレンズタイプの単焦点レンズである。この撮像レンズSLは、物体側から順に、1枚の負レンズから成る第1レンズ群と、1枚の正レンズから成る第2レンズ群と、絞りSTと、正レンズ及び光学的パワーの弱い正レンズの接合から成る全体として正の光学的パワーを有する第3レンズ群と、1枚の正レンズから成る第4レンズ群と、で構成されている。そして、絞りSTを挟んで物体側に位置する第1、第2レンズ群が全体として負の光学的パワーを有する前群GrFであり、絞りSTを挟んで像側に位置する第3、第4レンズ群が全体として正の光学的パワーを有する後群GrRである。また、第1、第4レンズ群を構成している単レンズの両面と、第2レンズ群を構成している単レンズの物体側面は、非球面である。ここでは、両面非球面を有する第1、第4レンズ群の単レンズが、低コスト化に有効なプラスチックレンズである。

【0045】

第6の実施の形態(図6)の撮像装置UTに含まれる撮像レンズSLは、負・正・正・正の光学的パワー配置から成るレンズタイプの単焦点レンズである。この撮像レンズSLは、物体側から順に、2枚の負レンズから成る第1レンズ群と、1枚の正レンズから成る第2レンズ群と、絞りSTと、正レンズ及び負レンズの接合から成る全体として正の光学的パワーを有する第3レンズ群と、1枚の正レンズから成る第4レンズ群と、で構成されている。そして、絞りSTを挟んで物体側に位置する第1、第2レンズ群が全体として正の光学的パワーを有する前群GrFであり、絞りSTを挟んで像側に位置する第3、第4レンズ群が全体として正の光学的パワーを有する後群GrRである。また、第1レンズ群を構成している像側の単レンズの両面と、第4レンズ群を構成している単レンズの両面が、非球面である。ここでは、両面非球面を有する第4レンズ群の単レンズが、低コスト化に有効なプラスチックレンズである。

【0046】

第7の実施の形態(図7)の撮像装置UTに含まれる撮像レンズSLは、負・正・正・正の光学的パワー配置から成るレンズタイプの単焦点レンズである。この撮像レンズSLは、物体側から順に、2枚の負レンズから成る第1レンズ群と、1枚の正レンズから成る第2レンズ群と、絞りSTと、正レンズ及び負レンズの接合から成る全体として正の光学的パワーを有する第3レンズ群と、1枚の正レンズから成る第4レンズ群と、で構成されている。そして、絞りSTを挟んで物体側に位置する第1、第2レンズ群が全体として正の光学的パワーを有する前群GrFであり、絞りSTを挟んで像側に位置する第3、第4レンズ群が全体として正の光学的パワーを有する後群GrRである。また、第1レンズ群を構成している物体側の単レンズの両面と、第4レンズ群を構成している単レンズの両面が、非球面である。ここでは低コスト化を図るために、非球面を有するレンズは全てプラスチックレンズとしている。

【0047】

以下に本発明の撮像装置における撮像レンズについての望ましい条件を記す。中心窓方式の特徴を活かしつつコンパクト化を図るために、第1～第7の実施の形態のように、最も物体側のレンズ又は最も像面側のレンズのいずれか1面に

非球面を有することが望ましい。また非球面形状は、光軸AX付近では正の光学的パワー、周辺では負の光学的パワーを有する形状であることが望ましい。また撮像レンズSLは、前群の少なくとも1つのレンズ面が、レンズ中央部で正の光学的パワー、レンズ周辺部で負の光学的パワーを有する面形状の非球面を有してもよい。そのような非球面形状を採用することにより、広画角の確保と画面中央領域の望遠画像の高精細化との両立を比較的容易に達成することが可能となる。

【0048】

レンズ中央部で正の光学的パワー、レンズ周辺部で負の光学的パワーを有する非球面形状を、撮像レンズの最も物体側のレンズ面に採用することによって、従来は両立することが困難であった広画角化と長焦点距離化とを実現することが可能になる。そして、画面中央領域では標準的な光学ズームの望遠側に匹敵する拡大倍率の画像を、画質を落とさずに得ることが可能になる。なお、ここでいう「画面中央領域」とは、撮像素子の受光面の中心から対角までの長さをLaとしたとき、撮像素子の受光面中心より $0.5La$ 以下の対角長にある受光面上の領域のことという。図21に、撮像素子の受光面SSが長方形形状を成す場合の画面中央領域CAの一例を示す。撮像素子の受光面SSの中心から対角までの長さをLaとしたとき、受光面SS上でその中心から $0.5La$ 以下の対角長にある領域が画面中央領域CA(斜線部分)である。

【0049】

上記非球面を最も物体側のレンズ面に用いることにより、非点収差、コマ収差等の軸外収差を最も効果的に補正することが可能である。最も物体側のレンズの像側面のみに非球面を施したり、物体側から2番目のレンズのみに非球面を施したりして、同様の効果を得ようとすると、撮像レンズの全長やレンズ枚数の増加につながってしまう。また、上記非球面形状を特定する表現は、変曲点を有する面形状という表現と読み替えた場合でも、その作用効果に関しては等価である。つまり、レンズ中央からレンズ周辺にかけて凸面から凹面へと変化する変曲点を有する面形状を、撮像レンズの最も物体側のレンズ面に採用することによって、従来は両立することが困難であった広画角化と長焦点距離化とを実現することが

可能になる。

【0050】

撮像レンズSLは、以下の条件式(1)を満足することが望ましい。

$$-90 < Da < -20 \quad \cdots (1)$$

ここで、

Da ：撮像素子の受光面の対角方向の最大半画角での歪曲収差(%)、
である。

【0051】

条件式(1)を満たすことも広画角化と長焦点距離化との両立に有効な手段であり、条件式(1)を満たすことにより、画面中央領域では標準的な光学ズームの望遠側に匹敵する拡大倍率の画像を、画質を落とさずに得ることができる。条件式(1)の下限を下回ると、広画角と長い近軸焦点距離との両立が困難となり、大口径かつ高性能なまでコンパクト化を達成することが困難となる。条件式(1)の上限を上回ると、画面中央領域と画面周辺領域との画角差が非常に小さくなってしまう。画面中央領域の拡大画像を得ようとすると、結局、電子ズーム等の画質が劣化する方式を採用しなければならなくなり、歪曲補正された一般的な広角単焦点レンズとの差異が見られなくなる。

【0052】

撮像レンズSLは、以下の条件式(6)を満足することが更に望ましい。

$$-70 < Da < -40 \quad \cdots (6)$$

【0053】

条件式(6)の下限を下回ると、画面中央領域の拡大倍率を下げるか、画面中央領域を狭める必要が生じることになる。条件式(6)の上限を上回ると、画面中央領域で画質を落とさずに得ができる拡大倍率が、標準的な光学ズームの望遠側のそれに比して小さくなり、光学ズーム方式に対する中心窓方式の優位性が薄れてしまう。

【0054】

撮像レンズが絞りを挟んで前群と後群から成り、前群、後群とも正の光学的パワーを有する構成を探ることにより、全長を大幅に短縮することができ、各レン

ズの有効径も小さくすることができる。したがって、撮像装置全体の小型化を容易に達成することができる。また、絞りの物体側に位置する前群が全体として負の光学的パワーを有するような強いレトロフォーカス型の構成に比べて、本光学構成では絞りに対する前群・後群の対称性が良いため、非点収差、コマ収差の補正が行い易いというメリットがある。

【0055】

上記のように、撮像レンズが絞りを挟んで前群と後群から成る正・正の光学的パワーの構成においては、以下の条件式(7)を満足することが望ましく、以下の条件式(8)を満足することが更に望ましい。

$$0 < ff / fr < 10 \quad \dots (7)$$

$$0.3 < ff / fr < 7.5 \quad \dots (8)$$

ここで、

ff ：前群の焦点距離(すなわち、絞りを挟んで物体側に位置するレンズ群の合成焦点距離)、

fr ：後群の焦点距離(すなわち、絞りを挟んで像側に位置するレンズ群の合成焦点距離)、

である。

【0056】

条件式(7)の上限を上回ると、広画角を維持した状態で画面中央領域の長焦点距離化を達成することが困難になる。条件式(7)の下限を下回ると、前群又は後群が負の光学的パワーを有することになる。前群が負の光学的パワーを有する場合には、非対称性に起因する非点収差、コマ収差の補正が困難になる。後群が負の光学的パワーを有する場合には、撮像素子へ入射する光線の光軸に対する角度が大きくなり、撮像素子の受光面を規制する開口や撮像素子の手前に配置されたレンズアレイにおいて光線にケラレが発生し、周辺照度の低下を招いてしまう。

条件式(8)の上限を上回ると、前群の光学的パワーが弱まりすぎて、軸外収差、特にコマ収差を補正することが難しくなる。条件式(8)の下限を下回ると、前群の光学的パワーが強くなるため軸外収差が過剰補正されてしまう。したがって、いずれの場合も性能劣化につながることになる。

【0057】

撮像レンズSLは、最も像側のレンズ面から撮像素子の受光面(すなわち撮像面)までの間のどこかに空気間隔を設けることが望ましい。これにより、撮像レンズや鏡胴等の製造誤差によりバックフォーカスのばらつきが発生した場合に、撮像素子の位置を調整し、性能のばらつきを抑えることが容易となる。なお、「最も像側のレンズ」とは、最も像側の単レンズ又は接合レンズのことを指すものとする。

【0058】

撮像レンズSLは、最も像側のレンズは正の光学的パワーを有することが望ましい。最も像側のレンズが正の光学的パワーを有することによって、撮像素子に入射する光線をテレセントリックに近づけることが可能となる。したがって、撮像素子の受光面を規制する開口や撮像素子の前に配置されたマイクロレンズアレイにおいて生じる照度低下を最小限に抑えることができる。

【0059】

以下の条件式(9)を満足することが望ましい。

$$0^\circ < |\alpha| < 30^\circ \quad \cdots (9)$$

ここで、

α ：撮像素子の受光面への入射光線のうち、撮像素子の受光面の対角方向の最大半画角の主光線が光軸に対して成す角度(deg)、
である。

【0060】

条件式(9)の上限を上回ると、撮像面手前にレンズアレイを配置しても、周辺照度の低下を抑えることが困難になる。条件式(9)の下限は、完全なテレセントリックになることを意味し、条件式(9)の下限に達するためには撮像レンズへの負荷(例えば、レンズ枚数の増加等)が非常に大きくなる。

【0061】

以下の条件式(10)を満足することが更に望ましい。

$$2^\circ < |\alpha| < 15^\circ \quad \cdots (10)$$

【0062】

条件式(10)の上限を上回ると、テレセントリック性が崩れることによる周辺照度の低下が目立つようになる。条件式(10)の下限を下回ると、撮像レンズのコンパクト化を達成することが難しくなる。

【0063】

撮像レンズは、物体側から順に、負の光学的パワーを有する第1レンズ群と、正の光学的パワーを有する第2レンズ群と、絞りと、正の光学的パワーを有する第3レンズ群と、を有することが望ましい。第4レンズ群は正、負いずれのパワーを有していても良いが、正の光学的パワーを有することがテレセントリック性の点からより望ましい。また、各レンズ群が1～2枚の単レンズ又は1組の接合レンズで構成されることが望ましい。この構成を採用することにより、バックフォーカスの確保、各収差の良好な補正、及び撮像面への光線のテレセントリック性を満足しつつ、レンズ枚数が4～6枚程度のコンパクトな撮像レンズを得ることができる。

【0064】

撮像レンズ中の絞りは全系の略中央に位置することが望ましい。また撮像レンズは、物体側から順に、負の光学的パワーを有する第1レンズ群と、正の光学的パワーを有する第2レンズ群と、絞りと、正の光学的パワーを有する第3レンズ群と、正の光学的パワーを有する第4レンズ群と、から構成されるとともに、絞りが全系の略中央に位置することが更に望ましい。絞り位置が全系の物体側に近づくと、変曲点を有する非球面の軸外収差補正に対する効果が薄れてしまう。逆に、絞り位置が全系の像側に近づくと、撮像素子に入射する光線のテレセントリック性が崩れるため、撮像素子の受光面周辺部分での照度低下につながってしまう。

【0065】

撮像レンズSLは、最も像側のレンズと最も物体側のレンズが非球面を有するプラスチックレンズから成り、最も物体側のレンズが負の光学的パワーを有し、最も像側のレンズが正の光学的パワーを有することが望ましい。これにより、環境温度変化によるバックフォーカスの変動量を相殺することができる。

【0066】

撮像素子の受光面が長方形形状を成し、その受光面の中心から対角までの長さを La とすると、撮像レンズが以下の条件式(11)を満足することが望ましい。

$$2 < f_{135} / f_{wide} < 10 \quad \dots (11)$$

ここで、

f_{135} ：全系の近軸焦点距離 f を 135mm フィルム(対角方向)に換算した値 { $f_{135} = 21.63 \times f / (0.5 \times La)$ }、

f_{wide} ：撮像素子の受光面の長手方向の最大半画角 θ_{vmax} から求められる焦点距離を 135mm フィルム(長手方向)に換算した値 ($f_{wide} = 18 / \tan \theta_{vmax}$)、である。

【0067】

広画角では長手方向の最大画角が重視されるため、条件式(11)では長手方向の画角との比を規定している。条件式(11)で規定している比は、中心窓レンズの見かけ上のズーム比と考えることができる。条件式(11)は、画面中央領域が最大 0.5La の対角長となる場合についての計算式であるが、対角長が 0.5La より小さい場合でも同様の考え方で中心窓レンズの見かけ上のズーム比を計算すればよい。条件式(11)の下限を下回ると、画面中央領域と画面周辺領域との画角差が小さくなり、従来の単焦点レンズに対する中心窓レンズの差別化が難しくなる。条件式(11)の上限を上回ると、撮像レンズが極めて複雑になり、これを避けようすると画面中央領域を狭める必要性が生じてくる。

【0068】

以下の条件式(12)を満足することが更に望ましい。

$$2.5 < f_{135} / f_{wide} < 6 \quad \dots (12)$$

【0069】

条件式(12)の上限を上回ると、画面中央領域での拡大倍率の増加からレンズ枚数を増やす必要が生じ、コンパクト化を達成することが難しくなるので、光学ズーム方式等の撮像レンズに対して大きさ、コスト面での優位性が少なくなる。条件式(12)の下限を下回ると、画面中央での拡大倍率が小さいため、画面中央領域の望遠画像を得るのに、補間による電子ズームが必要となり、画質が劣化してしまう。

【0070】

撮像レンズSLが以下の条件式(2)～(4)を満足することが望ましい。

$$0.05 < |f/f_{asp}| < 1 \quad \dots (2)$$

$$0.18 < f/TL < 2 \quad \dots (3)$$

$$0.03 < T_{asp}/TL < 0.5 \quad \dots (4)$$

ここで、

f : 全系の近軸焦点距離、

f_{asp} : 非球面を有するレンズの近軸焦点距離、

TL : 撮像レンズの最も物体側の面の面頂点から撮像素子の受光面までの光軸上の距離、

T_{asp} : 非球面を有するレンズの光軸上の厚み、

である。

【0071】

条件式(2)の下限を下回ると、広角領域と画面中央領域の性能を共に維持したままコンパクト化を達成することが困難となる。条件式(2)の上限を上回ると、非球面レンズの光学的パワーが強くなりすぎ、非点収差、コマ収差が大きく発生し、他のレンズでこの収差を相殺することが困難になる。

【0072】

以下の条件式(13)を満足することが更に望ましい。

$$0.07 < |f/f_{asp}| < 0.75 \quad \dots (13)$$

【0073】

条件式(13)の下限を下回ると、主に非点収差の補正不足による像面性の悪化とコマ収差の残存が生じる。条件式(13)の上限を上回ると、非点収差、コマ収差の補正が過剰になる。したがって、いずれの場合も性能を劣化させることになる。

【0074】

条件式(3)を満たすことにより、広画角の確保と画面中央領域の望遠画像の高精細化とを両立させながら、コンパクト化を達成することができる。条件式(3)の下限を下回ると、撮像レンズが大型化し、変倍光学系や歪曲補正された超広角レンズに対する差別化が難しくなる。条件式(3)の上限を上回ると、諸収差の補

正が極めて困難となる上に誤差感度も厳しくなり、レンズ芯厚、コバ厚等も含めて、製造難易度が非常に高くなる。

【0075】

以下の条件式(14)を満足することが更に望ましい。

$$0.18 < f/TL < 0.8 \quad \cdots (14)$$

【0076】

条件式(14)の下限を下回ると、撮像レンズが大型化し、変倍光学系や歪曲補正された超広角レンズに対する差別化が難しくなる。条件式(14)の上限を上回ると、軸外収差の補正が困難となり、撮像素子への光線入射角、さらには小径レンズの芯厚、コバ厚等の製造限界の制約を守ることも難しくなる。

【0077】

条件式(4)の下限を下回ると、非球面を有するレンズ芯厚が製造上困難な薄さになる。条件式(4)の上限を上回った場合も、非球面を有するレンズの芯厚が製造上困難な厚さになる。

【0078】

以下の条件式(15)を満足することが更に望ましい。

$$0.06 < Tasp/TL < 0.35 \quad \cdots (15)$$

【0079】

条件式(15)の下限を下回ると、負の光学的パワーが強まり、軸外収差が過剰補正となる。条件式(15)の上限を上回ると、逆に負の光学的パワーが弱まって、軸外収差が補正不足となる。したがって、いずれの場合も性能劣化につながる。また、前記非球面を有するレンズがプラスチックレンズで構成されている場合に条件式(15)の上限を上回ると、厚みによる成形時の温度分布差が大きくなりすぎて、形状精度を達成することが困難となる。

【0080】

また、画面中央領域では以下の条件式(16)を満たすことが望ましい。

$$0 < Dc/Da < 0.5 \quad \cdots (16)$$

ここで、

Dc：撮像素子の受光面上での実像高が0.5Laの位置（言い換えると画面中央領

域の最大対角位置)での歪曲収差(%)、
である。

【0081】

条件式(16)の下限に達すると、コンパクトな構成を保ったまでの収差補正が困難になる。条件式(16)の上限を上回ると、高精細な画面中央領域の範囲が実質上狭くなる。このため、望遠画像を得ようとするとき、電子ズームによる補間が必要となり、画質の劣化を招くことになる。

【0082】

以下の条件式(17)を満足することが更に望ましい。

$$0.2 < Dc/Da < 0.4 \quad \dots (17)$$

【0083】

条件式(17)の下限を下回ると、画面中央領域の歪曲収差補正のためにレンズ枚数を追加しなければならなくなる。条件式(17)の上限を上回ると、高精細な画面中央領域の範囲が狭まり、中心窓レンズの特徴が薄れることになる。

【0084】

上記撮像レンズの特徴を活かして、近軸の拡大倍率を標準的な光学ズームの望遠側に匹敵するレベルに保とうとすると、従来の魚眼レンズのような全画角180°程度の超広画角を実現することは困難である。そこで、撮像素子の受光面の対角方向の最大半画角 θ_{max} (degree単位)は、以下の条件式(18)を満たすことが望ましく、以下の条件式(19)を満たすことが更に望ましい。

$$25^\circ < \theta_{\text{max}} < 85^\circ \quad \dots (18)$$

$$30^\circ < \theta_{\text{max}} < 60^\circ \quad \dots (19)$$

【0085】

同様に、撮像素子の受光面の長手方向の最大半画角 θ_{vmax} (degree単位)は、以下の条件式(20)を満たすことが望ましく、以下の条件式(21)を満たすことが更に望ましい。

$$20^\circ < \theta_{\text{vmax}} < 80^\circ \quad \dots (20)$$

$$25^\circ < \theta_{\text{vmax}} < 50^\circ \quad \dots (21)$$

である。

【0086】

条件式(18)又は条件式(20)の下限を下回ると、広視野を観察することができなくなる。条件式(18)又は条件式(20)の上限を上回ると、特に軸外収差の補正が困難となる。この収差補正を行うためには、拡大倍率の大きい画面中央領域の範囲を狭くするか、拡大倍率を小さくする必要が生じるため、結局中心窓方式の特徴が薄れてしまう。また条件式(19)又は条件式(21)の下限を下回ると、一般的な広角レンズの画角より狭くなり、中心窓方式の優位性が少なくなる。条件式(19)又は条件式(21)の上限を上回ると、軸外収差、特に非点収差が大きくなり、性能が劣化してしまう。

【0087】

面頂点を原点とするローカルな直交座標系(x,y,z)を用いた以下の式(ASP)で非球面形状を定義するとき、前記非球面の面形状が以下の条件式(5)を満足することが望ましい。

$$z = (c \cdot h^2) / [1 + \sqrt{1 - (1 + K) \cdot c^2 \cdot h^2}] + (A \cdot h^4 + B \cdot h^6 + C \cdot h^8 + D \cdot h^{10} + E \cdot h^{12} + F \cdot h^{14} + G \cdot h^{16} + H \cdot h^{18} + I \cdot h^{20}) \quad \cdots (\text{ASP})$$

$$0.2 < |\Delta Z_{\text{asp}} / \Delta Z_{\text{sp}}| < 5 \quad \cdots (5)$$

ここで、

z : 高さ h の位置での z 軸方向(光軸方向)の変位量(面頂点基準)、

h : z 軸に対して垂直な方向の高さ ($h^2 = x^2 + y^2$)、

c : 面頂点での曲率 (=1/曲率半径)、

$A, B, C, D, E, F, G, H, I$: それぞれ4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20次の非球面係数、

K : 円錐係数、

ΔZ_{sp} : 最大有効径での球面サグ量、

ΔZ_{asp} : 最大有効径での非球面サグ量、

である。

【0088】

ここで「球面サグ量」とは、レンズの面頂点位置から、最大有効径に対する近軸曲率に沿った曲線上の点までの光軸方向の変位量である。また「非球面サグ量」とは、球面サグ量から、レンズの面頂点と最大有効径に対する非球面曲線上の

点との間の光軸方向の距離を引いた差分である。図22に、同じ近軸曲率を有する球面spと非球面aspについて各サグ量 ΔZ_{sp} , ΔZ_{asp} を示す。球面サグ量 ΔZ_{sp} は、レンズの面頂点位置tpから、最大有効径hmax(高さhの方向はレンズ径方向に相当する。)に対する近軸曲率に沿った曲線上の点までの光軸方向(z方向)の変位量である。また、非球面サグ量 ΔZ_{asp} は、球面サグ量 ΔZ_{sp} から、レンズの面頂点tpと最大有効径hmaxに対する非球面曲線上の点との間の光軸方向(z方向)の距離を引いた差分である。

【0089】

条件式(5)の下限を下回ると、非球面量が小さすぎて、広画角と画面中央領域の望遠画像の高精細化とを両立することが困難になる。一方、条件式(5)の上限を上回ると、非球面の金型加工が困難になる。

【0090】

以下の条件式(22)を満足することが更に望ましい。

$$0.5 < |\Delta Z_{asp} / \Delta Z_{sp}| < 3 \quad \cdots (22)$$

【0091】

条件式(22)の下限を下回ると、非球面による非点収差、コマ収差の補正に対する効果が小さくなるため、性能の劣化を招くことになる。条件式(22)の上限を上回ると、非球面に対する光線の入射角が大きくなるため、この面での反射によるゴーストが画質の低下を招くことになる。また、非球面のうねりが大きくなるため、均一な反射防止膜をコーティングすることも困難になる。

【0092】

各実施の形態を構成している画像入力光学系OPには、入射光線を屈折作用により偏向させる屈折型レンズ(つまり、異なる屈折率を有する媒質同士の界面で偏向が行われるタイプのレンズ)が用いられているが、使用可能なレンズはこれに限らない。例えば、回折作用により入射光線を偏向させる回折型レンズ、回折作用と屈折作用との組み合わせで入射光線を偏向させる屈折・回折ハイブリッド型レンズ、入射光線を媒質内の屈折率分布により偏向させる屈折率分布型レンズ等を用いてもよい。ただし、媒質内で屈折率が変化する屈折率分布型レンズは、その複雑な製法がコストアップを招くため、屈折率分布の均一な均質素材レンズ

を用いることが望ましい。

【0093】

撮像レンズSLには、絞りSTのほかに不要光をカットするための光束規制板等を、必要に応じて配置してもよい。また、各実施の形態の画像入力光学系OPでは、1本の直線状の光軸AX上にレンズ等が配置されたいわゆる共軸系の光学構成を採用しているが、プリズム類(例えば直角プリズム)，ミラー類(例えば平面ミラー)等の光学部材を光路中に配置することにより、その光学的なパワーを有しない面(例えば、反射面，屈折面，回折面)で、撮像レンズSLの前，後又は途中で光路を折り曲げて屈曲光学系{例えば、光軸AXを略90°(つまり90°又は実質的に90°)折り曲げるようにして光束を反射させる光学系}を構成してもよい。その折り曲げ位置は必要に応じて設定すればよく、光路の適正な折り曲げにより、撮像レンズSLが搭載される機器(デジタルカメラ，監視カメラ等)の見かけ上の薄型化やコンパクト化を達成することが可能である。

【0094】

【実施例】

以下、本発明を実施した撮像装置の光学構成等を、コンストラクションデータ，収差図等を挙げて更に具体的に説明する。ここで挙げる実施例1～7は、前述した第1～第7の実施の形態にそれぞれ対応する数値実施例であり、第1～第7の実施の形態を表す光学構成図(図1～図7)は、対応する実施例1～7のレンズ構成，光路等をそれぞれ示している。

【0095】

表1～表7に、実施例1～実施例7のコンストラクションデータを示す。各実施例のコンストラクションデータにおいて、 s_i ($i=1,2,3,\dots$)は物体側から数えてi番目の面(最終面：像面IM)、 r_i ($i=1,2,3,\dots$)は面 s_i の曲率半径(mm)、 d_i ($i=1,2,3,\dots$)は物体側から数えてi番目の面 s_i と*i+1*番目の面 s_{i+1} との間の軸上面間隔(mm)を示しており、 N_i ($i=1,2,3,\dots$)、 v_i ($i=1,2,3,\dots$)は軸上面間隔 d_i に位置する光学材料のd線に対する屈折率(N_d)、アッペ数(v_d)を示している。全系の焦点距離(f ，単位:mm)，Fナンバー(Fno)及び最大画角($2\theta_{max}$ ，単位:°)を、他のデータとあわせて示す。

【0096】

*印が付された面siは、非球面(非球面形状の屈折光学面、非球面と等価な屈折作用を有する面等)であり、非球面の面形状を表わす前記式(ASP)で定義される。各実施例の非球面データを他のデータとあわせて示す。ただし、 $E-n = \times 10^{-n}$ であり、表記の無い係数は0である。表8に、各条件式規定のパラメータに対応するデータ及び関連するデータを各実施例について示す。

【0097】

図8～図14は実施例1～実施例7の収差図であり、(A)は球面収差図(LONGITUDINAL SPHERICAL ABER.)、(B)は非点収差図(ASTIGMATIC FIELD CURVES)、(C)は歪曲収差図(DISTORTION)である。球面収差図(A)は、実線で示すd線(波長587.56nm)、破線で示すC線(波長656.28nm)、二点鎖線で示すg線(波長435.84nm)に対する各球面収差量を、近軸像面からの光軸AX方向のズレ量(横軸、単位:mm)で表しており、縦軸は瞳への入射高さをその最大高さで規格化した値(すなわち相対瞳高さ)を表している。非点収差図(B)において、破線はd線に対するタンジェンシャル像面、実線はd線に対するサジタル像面を、近軸像面からの光軸AX方向のズレ量(横軸、単位:mm)で表しており、縦軸は半画角(ANGLE、単位:deg)を表している。歪曲収差図(C)において、横軸はd線に対する歪曲(%)を表しており、縦軸は半画角(ANGLE、単位:deg)を表している。

【0098】

【表1】

実施例1					
f=4.72mm		Fno=2.8		2θ max=110°	
si	ri(mm)	di(mm)	Ni	νi	パワー等
s1*	3.790	2.011	1.49300	58.34	(-)
s2*	1.968	0.729			
s3	-56.369	1.226	1.62406	41.78	(+)
s4	-4.224	0.701			
s5	∞	0.100			ST
s6	4.523	1.885	1.69829	53.68	(+)
s7	-3.000	1.000	1.79850	22.60	
s8	92.203	0.229			
s9*	4.149	1.519	1.49300	58.34	(+)
s10*	8.413	0.800			
s11	∞	0.300	1.51680	64.20	PL
s12	∞	0.500			
s13	∞				IM
第i面(si*)の非球面データ					
si	K	A	B	C	D
s1	0	-1.27873E-02	-3.84221E-03	6.08760E-04	-2.84514E-05
s2	0	-4.30295E-02	-1.15384E-02	6.59233E-03	-1.27669E-03
s9	0	-2.70423E-02	7.87697E-03	-1.65341E-03	1.37393E-04
s10	0	-9.26774E-02	1.96628E-02	-2.47074E-03	1.45771E-04

【0099】

【表2】

実施例2					
f=6.20mm		Fno=2.8		2θ max=66°	
si	ri(mm)	di(mm)	Ni	νi	パワー等
s1*	5.319	2.014	1.49300	58.34	(-)
s2*	1.923	0.641			
s3*	1.642	1.000	1.49300	58.34	(+)
s4*	9.080	0.518			
s5	∞	0.469			ST
s6	19.707	0.773	1.79850	22.60	(+)
s7	3.347	1.658	1.67249	50.95	
s8	-5.187	0.729			
s9*	-25.519	1.598	1.49300	58.34	(-)
s10*	6.344	0.800			
s11	∞	0.300	1.51680	64.20	PL
s12	∞	0.502			
s13	∞				IM

第i面(si*)の非球面データ

si	K	A	B	C	D
s1	0	-2.07349E-02	-3.11203E-03	6.45668E-04	-2.93473E-05
s2	0	-9.04865E-02	-1.99061E-02	1.15520E-02	-2.00661E-03
s3	0	-4.30515E-03	-6.46436E-03	-4.08943E-03	3.01034E-03
s4	0	8.02177E-02	2.17150E-02	-2.39666E-02	2.08080E-02
s9	0	-5.16148E-03	6.29471E-03	-1.31571E-03	1.44411E-04
s10	0	-5.82037E-02	9.88067E-03	-1.14654E-03	9.81833E-05

【0100】

【表3】

実施例3					
$f=6.20\text{mm}$		$F_{no}=2.0$		$2\theta_{\max}=84^\circ$	
si	ri(mm)	di(mm)	Ni	ν_i	パワー等
s1*	24.489	5.000	1.49300	58.34	(-)
s2*	3.369	2.090			
s3*	6.139	1.259	1.53048	55.72	(+)
s4*	-9.886	2.121			
s5	∞	1.533			ST
s6	5.529	1.398	1.75450	51.57	(+)
s7	-8.944	1.000	1.79850	22.60	
s8	12.530	2.032			
s9*	4.794	1.966	1.49300	58.34	(+)
s10*	5.264	0.800			
s11	∞	0.300	1.51680	64.20	PL
s12	∞	0.500			
s13	∞				IM
第i面(si*)の非球面データ					
si	K	A	B	C	D
s1	0	-3.55841E-03	-8.15535E-05	9.58815E-06	-1.80551E-07
s2	0	-1.57568E-02	2.38799E-04	2.99959E-05	-3.11617E-06
s3	0	-4.09647E-03	-5.69021E-04	3.14238E-05	1.53696E-07
s4	0	-5.90371E-04	-5.13317E-04	3.31641E-05	-1.11499E-06
s9	0	-3.56593E-03	4.22577E-04	-6.52306E-05	-1.20078E-06
s10	0	-2.48066E-02	2.54331E-03	-2.45458E-04	9.39490E-06

【0101】

【表4】

実施例4					
f=5.31mm		Fno=1.8		2θ max=100°	
si	ri(mm)	di(mm)	Ni	νi	パワー等
s1*	17.670	5.811	1.49300	58.34	(-)
s2*	4.378	6.583			
s3	17.799	3.259	1.81774	43.04	(+)
s4	-11.576	0.305			
s5	∞	0.100			ST
s6	5.339	2.627	1.66132	55.39	(+)
s7	-6.489	1.000	1.81004	22.89	
s8	7.866	2.194			
s9	4.092	1.680	1.49300	58.34	(+)
s10*	6.140	0.640			
s11	∞	0.300	1.51680	64.20	PL
s12	∞	0.500			
s13	∞				

第i面(si*)の非球面データ

si	K	A	B	C	D
s1	0	-1.07155E-03	-1.34506E-05	6.30511E-07	-5.27525E-09
s2	0	-2.76477E-03	-8.58620E-05	1.06786E-05	-4.49560E-07
s10	0	-1.56071E-02	2.32751E-03	-2.51642E-04	1.34181E-05

【0102】

【表5】

実施例5					
$f=5.31\text{mm}$		$Fno=2.0$		$2\theta_{\max}=100^\circ$	
si	ri(mm)	di(mm)	Ni	ν_i	パワー等
s1*	18.795	7.891	1.49300	58.34	(-)
s2*	4.243	5.201			
s3*	16.330	1.228	1.84666	23.82	(+)
s4	556.791	3.692			
s5	∞	0.100			ST
s6	6.101	1.645	1.75450	51.57	(+)
s7	-4.464	1.000	1.79850	22.60	
s8	-73.509	1.155			
s9*	-7.367	1.458	1.49300	58.34	(+)
s10*	-4.051	3.000			
s11	∞	0.530	1.51680	64.20	PL
s12	∞	0.300			
s13	∞	0.300	1.51680	64.20	
s14	∞	0.500			
s15	∞				IM

第i面(si*)の非球面データ

si	K	A	B	C	D
s1	0	-1.03238E-03	-2.30098E-06	2.74998E-07	-2.21371E-09
s2	0	-5.00170E-03	1.71286E-04	-6.47913E-06	1.47945E-07
s3	0	2.15515E-05	4.95686E-05	-1.33385E-06	2.68003E-08
s9	0	-1.39980E-02	-5.43951E-04	-8.19861E-05	7.05390E-07
s10	0	-9.99308E-03	2.97384E-04	-4.42063E-05	7.60229E-10

【0103】

【表6】

実施例6					
$f=4.72\text{mm}$		$Fno=2.8$		$2\theta_{\max}=110^\circ$	
si	ri(mm)	di(mm)	Ni	ν_i	パワー等
s1	14.185	1.000	1.81083	22.91	(一)
s2	6.801	0.500			
s3*	3.166	2.442	1.85000	40.04	
s4*	1.782	0.431			
s5	31.300	1.236	1.68044	31.12	(+)
s6	-3.947	0.533			
s7	∞	0.100			
s8	4.602	1.869	1.75450	51.57	(+)
s9	-3.000	1.000	1.79850	22.60	
s10	16.816	0.069			
s11*	3.391	1.720	1.49300	58.34	
s12*	44.496	0.800			PL
s13	∞	0.300	1.51680	64.20	
s14	∞	0.500			
s15	∞				IM

第i面(si*)の非球面データ

si	K	A	B	C	D
s3	0	-8.29738E-03	-1.36484E-03	-2.28964E-04	2.72290E-05
s4	0	-4.04258E-02	-2.11476E-02	9.57667E-03	-2.17707E-03
s11	0	-1.82450E-02	4.28736E-03	-7.39027E-04	6.11585E-05
s12	0	-7.19439E-02	1.55023E-02	-1.80339E-03	1.21327E-04

【0104】

【表7】

実施例7					
f=4.62mm		Fno=2.0		2θ max=110°	
si	ri(mm)	di(mm)	Ni	νi	パワー等
s1*	5.392	1.836	1.49300	58.34	(一)
s2*	3.994	1.805			
s3	-12.901	2.412	1.74102	39.89	
s4	4.563	1.126			
s5	6.512	3.000	1.84966	37.47	(+) ST
s6	-10.038	1.580			
s7	∞	0.100			ST
s8	5.320	1.715	1.71126	53.15	(+) PL
s9	-3.606	1.000	1.84671	23.96	
s10	157.235	2.145			
s11*	4.262	1.682	1.49300	58.34	(+) IM
s12*	4.913	0.800			
s13	∞	0.300	1.51680	64.20	PL
s14	∞	0.500			
s15	∞				IM
第i面(si*)の非球面データ					
si	K	A	B	C	D
s1	0	-3.26213E-03	-2.00416E-04	1.22278E-05	-2.41038E-07
s2	0	-6.34284E-03	-3.23844E-04	4.44018E-05	-2.06700E-06
s11	0	-6.99119E-03	7.32953E-04	-1.49840E-04	1.28862E-06
s12	0	-2.11291E-02	2.98869E-03	-4.77587E-04	2.47983E-05

【0105】

【表8】

条件式		実施例						
		1	2	3	4	5	6	7
(1),(6)	Da	-68.2	-43.4	-54.3	-59.7	-59.7	-68.1	-59.5
(2),(13)	f / fasp	0.36	0.82	0.72	0.39	0.39	0.19	0.08
(3),(14)	f / TL	0.43	0.56	0.31	0.21	0.19	0.38	0.23
(4),(15)	Tasp / TL	0.18	0.18	0.25	0.23	0.28	0.20	0.09
(5),(22)	ΔZasp / ΔZsp	0.88	1.07	2.59	1.30	1.34	0.54	0.78
(7),(8)	ff / fr	3.30	0.49	2.13	0.75	—	6.89	2.53
(9),(10)	α	12.3	14.5	2.4	4.0	13.9	12.1	9.6
(11),(12)	f135 / fwide	5.01	3.00	3.00	3.12	3.17	5.01	4.91
(16),(17)	Dc / Da	0.37	0.32	0.26	0.25	0.28	0.37	0.23
(18),(19)	θmax	55.0	33.0	42.0	50.0	50.0	55.0	55.0
(20),(21)	θvmax	48.4	27.2	27.2	32.0	32.3	48.4	48.4

【0106】

なお、前述した各実施の形態や各実施例には、以下の構成を有する発明が含まれている。そしてこれらの構成によると、中心窓レンズの利点を活かしつつ、大口径でありながらコンパクトかつ高性能な撮像レンズ等を実現することができ、各特徴を有することにより前述した効果が得られる。

【0107】

(L1) 撮像素子の受光面上に光学像を形成する撮像レンズであって、最も物体側のレンズ面が、レンズ中央部で正の光学的パワー、レンズ周辺部で負の光学的パワーを有する面形状の非球面であり、前記条件式(1)又は(6)を満足することを特徴とする撮像レンズ。

(L2) 撮像素子の受光面上に光学像を形成する撮像レンズであって、絞りを挟んで前群と後群とから成り、前記前群が全体として正の光学的パワーを有し、前記後群が全体として正の光学的パワーを有し、前記前群の少なくとも1つのレンズ面が、レンズ中央部で正の光学的パワー、レンズ周辺部で負の光学的パワーを有する面形状の非球面であり、前記条件式(1)又は(6)を満足することを特徴とす

る撮像レンズ。

(L3) 前記条件式(2)～(4)を満足することを特徴とする上記(L1)又は(L2)記載の撮像レンズ。

(L4) 面頂点を原点とするローカルな直交座標系(x, y, z)を用いた前記式(ASP)で非球面形状を定義するとき、前記非球面の面形状が前記条件式(5)又は(22)を満足することを特徴とする上記(L1)～(L3)のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

【0108】

(L5) 前記条件式(7)又は(8)を満足することを特徴とする上記(L2)～(L4)のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

(L6) 前記条件式(9)又は(10)を満足することを特徴とする上記(L1)～(L5)のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

(L7) 前記条件式(11)又は(12)を満足することを特徴とする上記(L1)～(L6)のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

(L8) 前記条件式(13),(14)又は(15)を満足することを特徴とする上記(L3)～(L7)のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

(L9) 前記条件式(16)又は(17)を満足することを特徴とする上記(L1)～(L8)のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

(L10) 前記条件式(18),(19),(20)又は(21)を満足することを特徴とする上記(L1)～(L9)のいずれか1項に記載の撮像レンズ。

【0109】

(U1) 上記(L1)～(L10)のいずれか1項に記載の撮像レンズと、その撮像レンズにより形成された光学像を電気的な信号に変換する撮像素子と、を備えたことを特徴とする撮像装置。

(U2) パン・チルト動作するための機構を更に備えたことを特徴とする上記(U1)記載の撮像装置。

(U3) 前記撮像素子の受光面上の像の歪を補正する画像処理機構を更に備えたことを特徴とする上記(U1)又は(U2)記載の撮像装置。

【0110】

(C1) 上記(U1)記載の撮像装置と、その撮像装置をパン・チルト動作させる機

構と、を備えたことを特徴とするカメラ。

(C2) 上記(U1)記載の撮像装置と、前記撮像素子の受光面上の像の歪を補正する画像処理機構と、を備えたことを特徴とするカメラ。

(C3) 上記(U1)～(U3)のいずれか1項に記載の撮像装置を備え、被写体の静止画撮影、動画撮影のうちの少なくとも一方に用いられることを特徴とするカメラ。

(C4) デジタルカメラ；ビデオカメラ；監視カメラ；車載カメラ；テレビ電話用カメラ；ドアホーン用カメラ；又はパーソナルコンピュータ、モバイルコンピュータ、携帯電話、携帯情報端末、若しくはこれらの周辺機器に内蔵又は外付けされるカメラであることを特徴とする上記(C3)記載のカメラ。

【0111】

(D1) 上記(U1)～(U3)のいずれか1項に記載の撮像装置を備えることにより、被写体の静止画撮影、動画撮影のうちの少なくとも一方の機能が付加されたことを特徴とするデジタル機器。

(D2) パーソナルコンピュータ、モバイルコンピュータ、携帯電話、携帯情報端末、又はこれらの周辺機器であることを特徴とする上記(D1)記載のデジタル機器。

【0112】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、撮像レンズが特徴的な非球面を有し、かつ、条件式(1)を満たした歪曲特性を有するため、従来は両立することが困難であった広画角化と長焦点距離化とを実現することが可能になる。そして、画面中央領域では標準的な光学ズームの望遠側に匹敵する拡大倍率の画像を、画質を落とさずに得ることができる。したがって、中心窓レンズの利点を活かしつつ、大口径でありながらコンパクトかつ高性能な撮像レンズを備えた撮像装置を実現することができる。さらに、撮影方向を変えるために撮像装置を少なくとも一方向に回転させる回転機構を備えれば、注視したい領域を常に解像度の高い画面中央領域で捉えることが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

第1の実施の形態(実施例1)の光学構成図。

【図2】

第2の実施の形態(実施例2)の光学構成図。

【図3】

第3の実施の形態(実施例3)の光学構成図。

【図4】

第4の実施の形態(実施例4)の光学構成図。

【図5】

第5の実施の形態(実施例5)の光学構成図。

【図6】

第6の実施の形態(実施例6)の光学構成図。

【図7】

第7の実施の形態(実施例7)の光学構成図。

【図8】

実施例1の収差図。

【図9】

実施例2の収差図。

【図10】

実施例3の収差図。

【図11】

実施例4の収差図。

【図12】

実施例5の収差図。

【図13】

実施例6の収差図。

【図14】

実施例7の収差図。

【図15】

監視システムの構成例を示す模式図。

【図16】

監視システムに使用される監視カメラの構成例を示す斜視図。

【図17】

監視カメラのシステム構成を示すブロック図。

【図18】

コントローラのシステム構成を示すブロック図。

【図19】

撮像レンズの歪曲特性の一例を示すグラフ。

【図20】

歪み補正処理前後の画像の一例を示す図。

【図21】

撮像素子の受光面における画面中央領域を示す模式図。

【図22】

撮像レンズに用いられている非球面に関するサグ量を示す模式図。

【図23】

本発明に係る撮像装置の概略光学構成を示す模式図。

【符号の説明】

D C … カメラ

U T … 撮像装置

O P … 画像入力光学系

S L … 撮像レンズ

S T … 絞り

P L … 平行平面板

S R … 撮像素子

S S … 受光面

I M … 像面

A X … 光軸

F A … 画像処理機構

特2003-175264

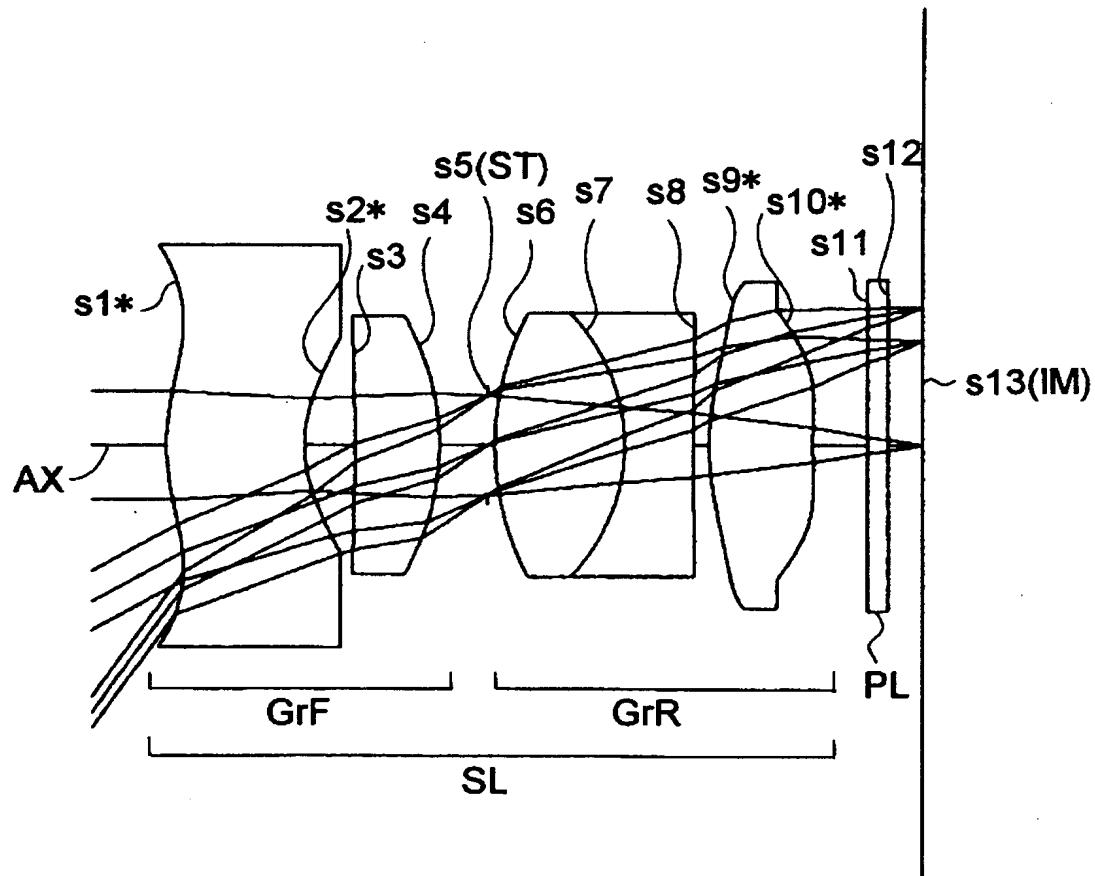
F B …パン・チルト機構

4 4

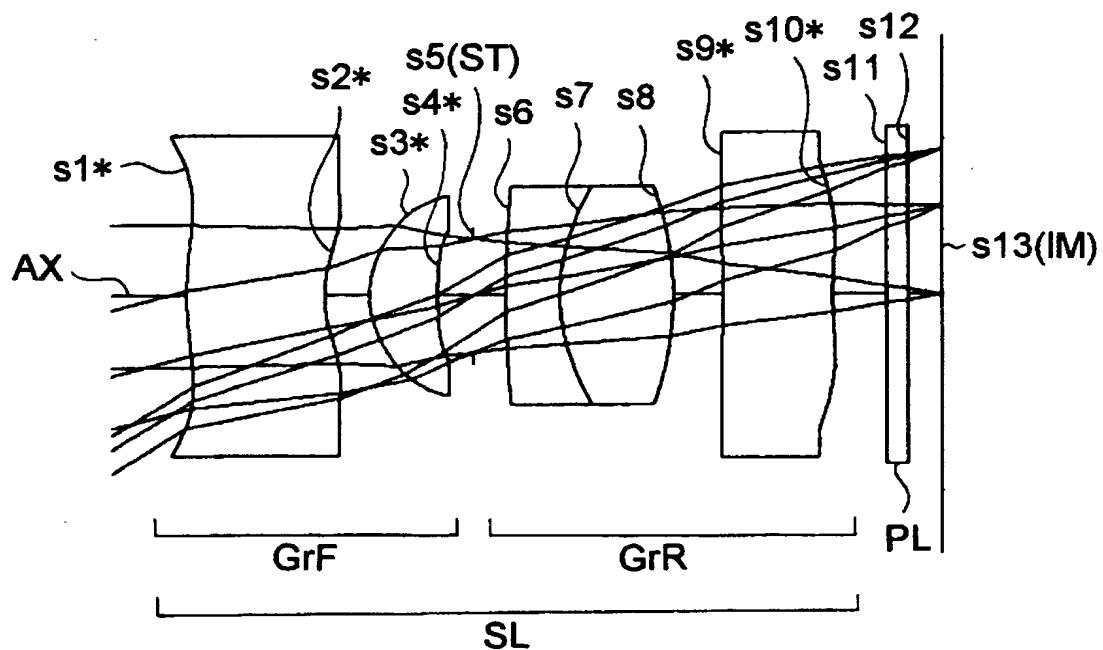
出証特2003-3052452

【書類名】 図面

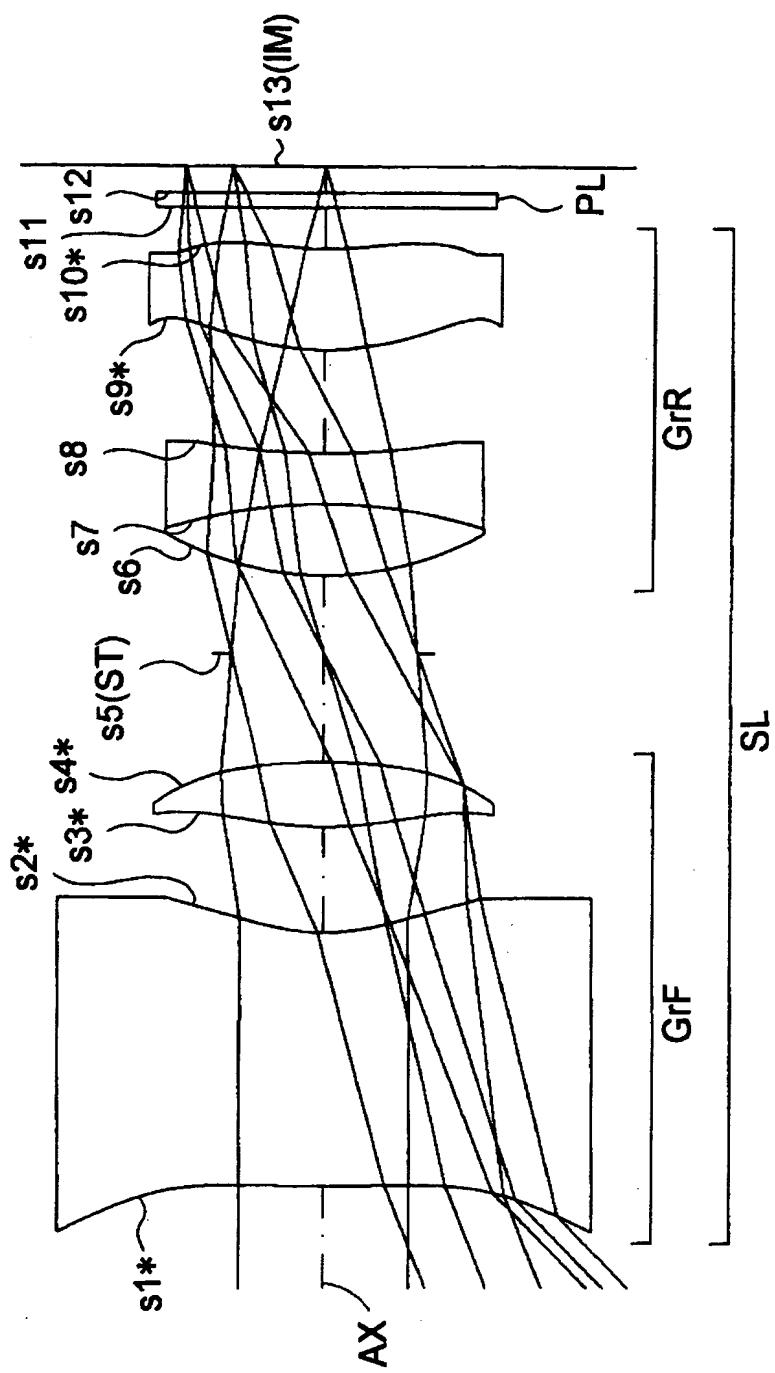
【図1】



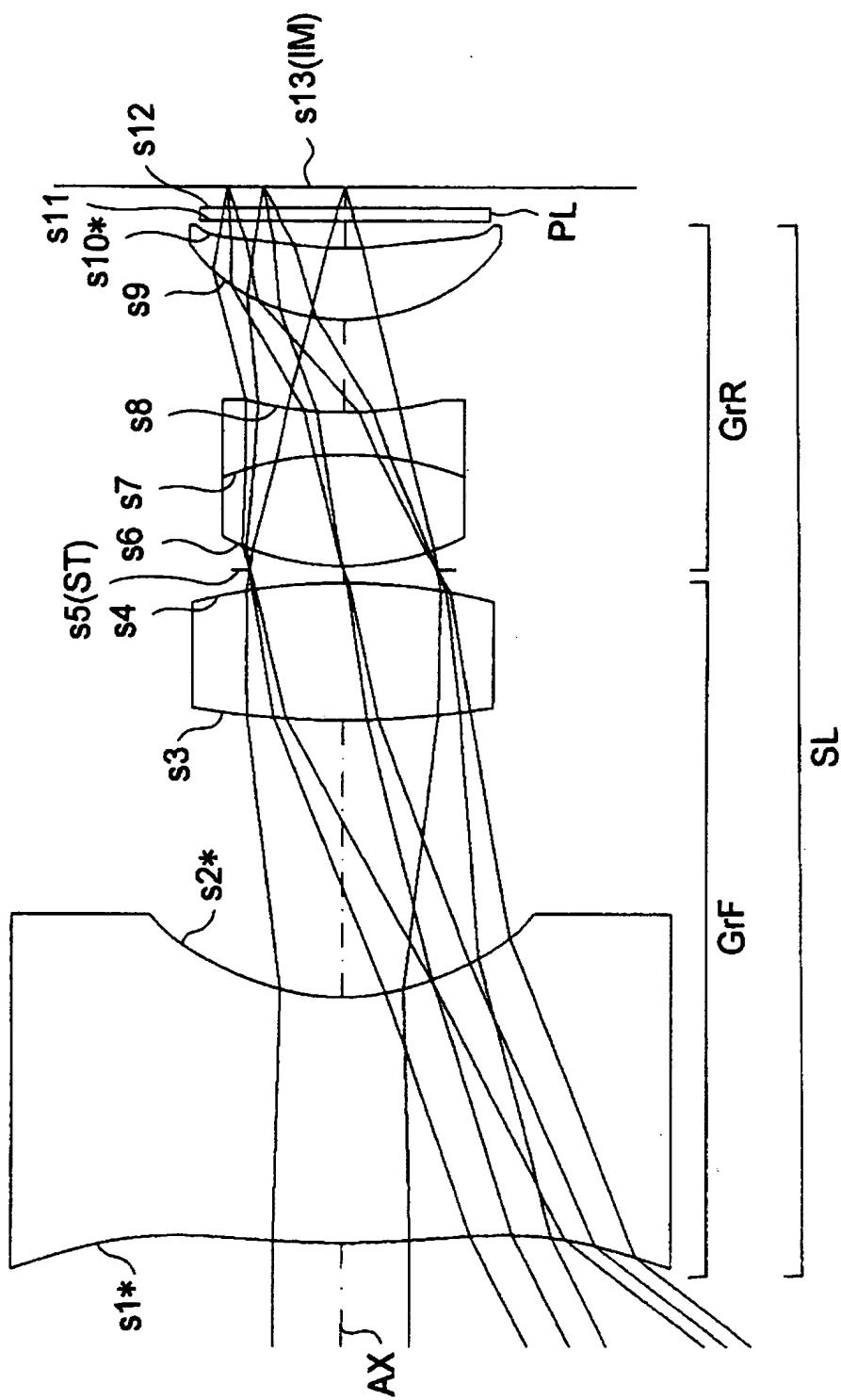
【図2】



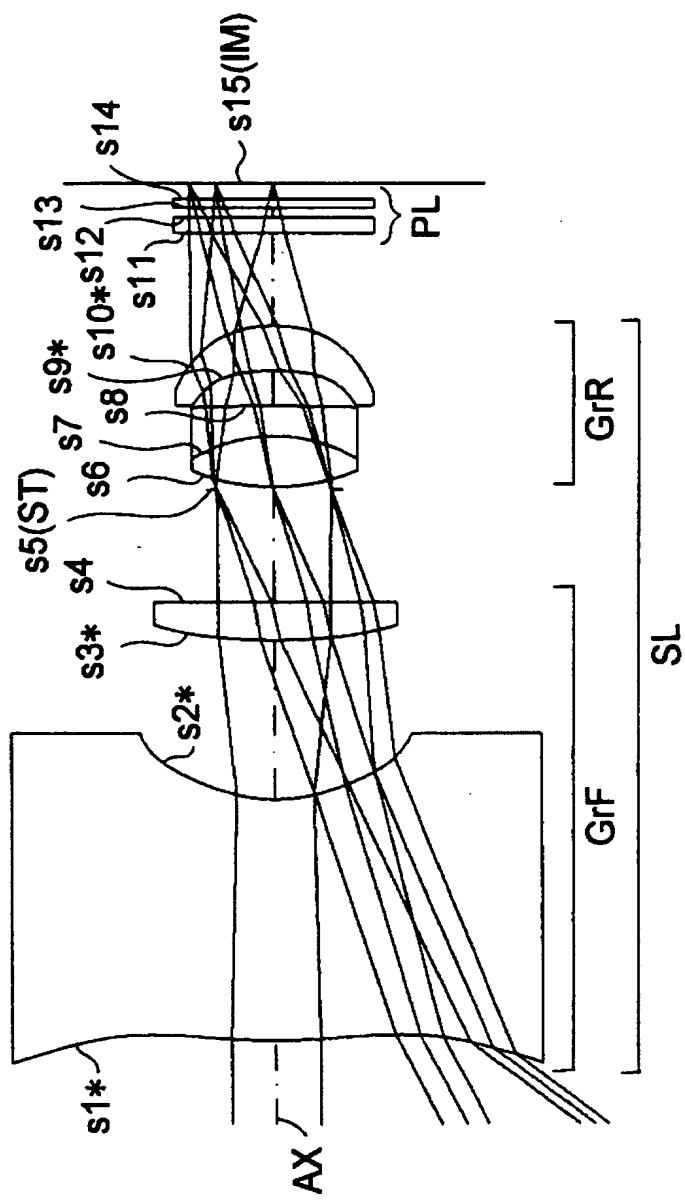
【図3】



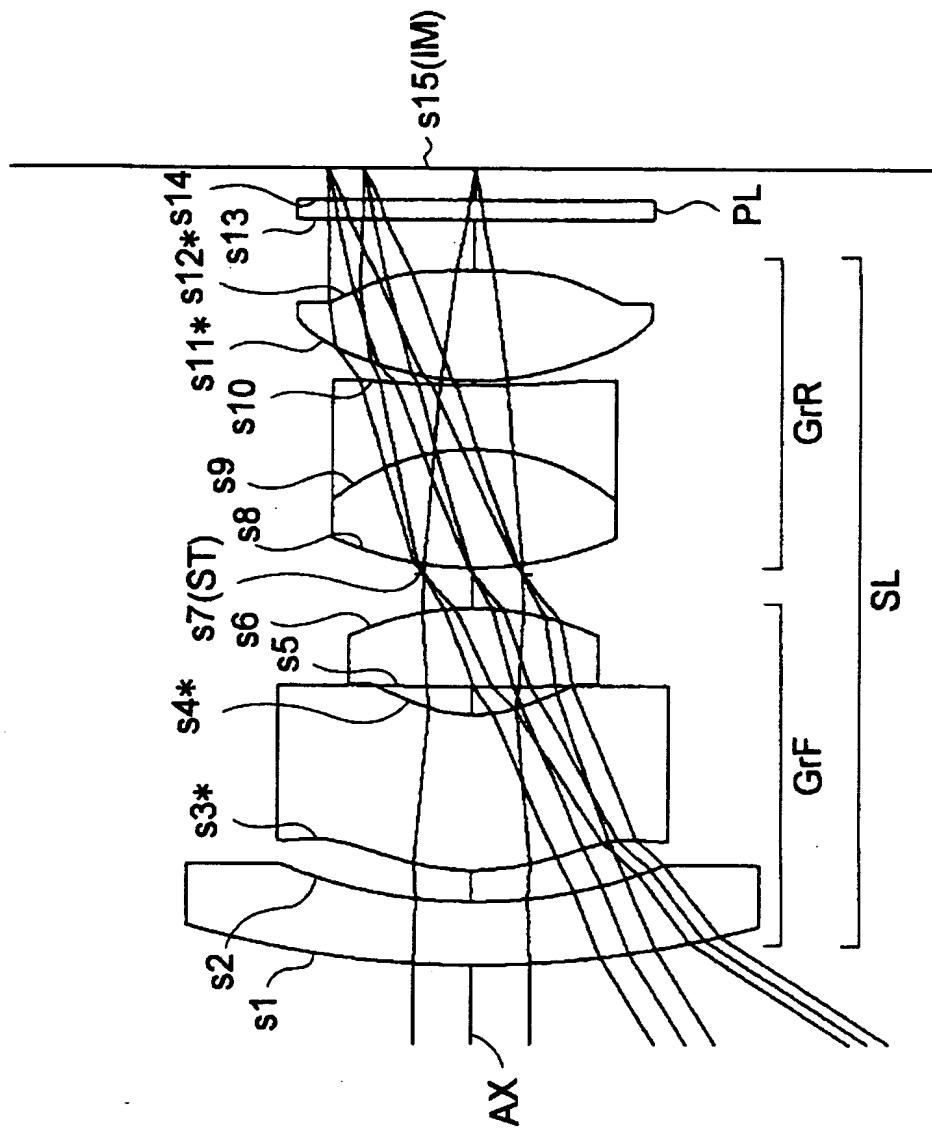
【図4】



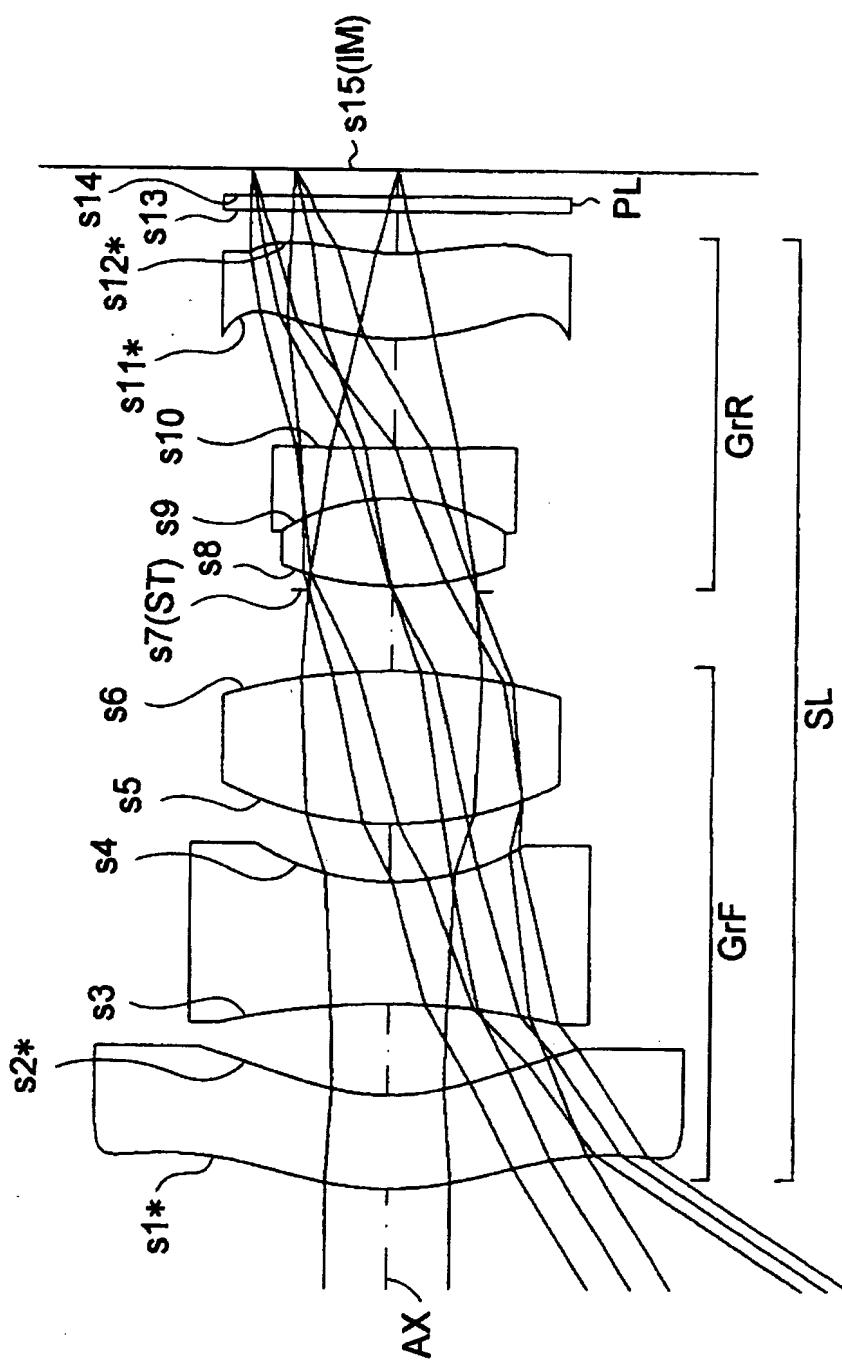
【図5】



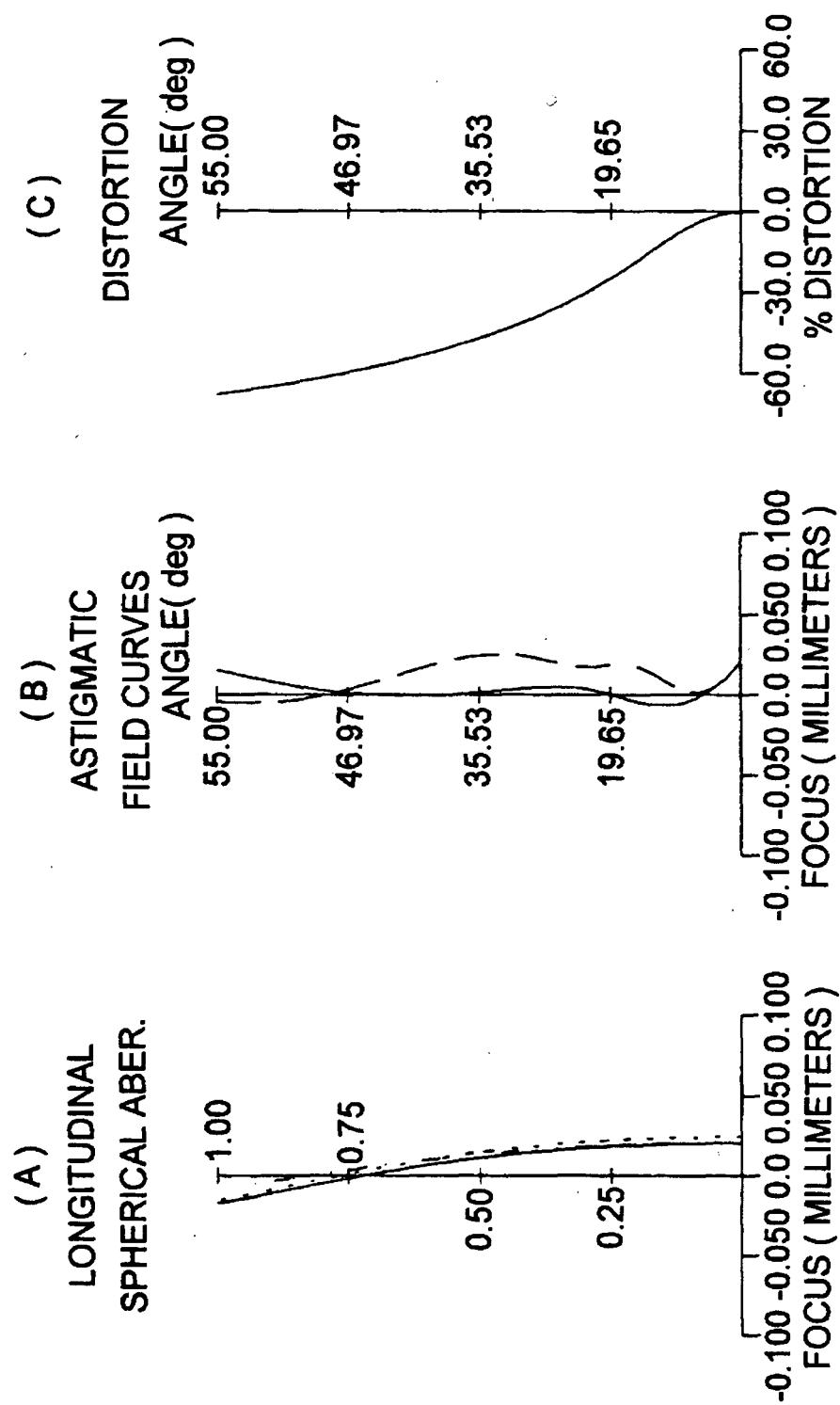
【図6】



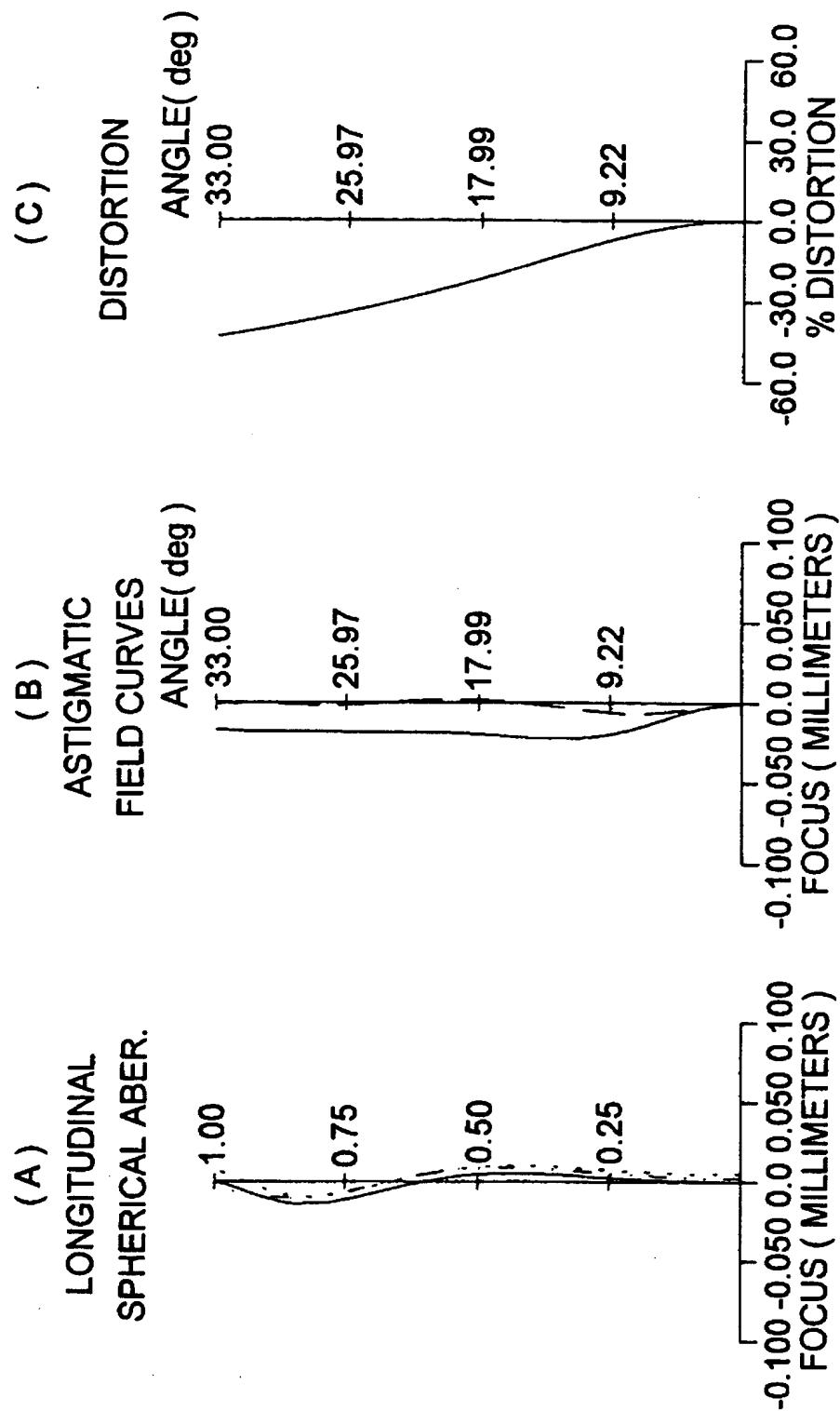
【図7】



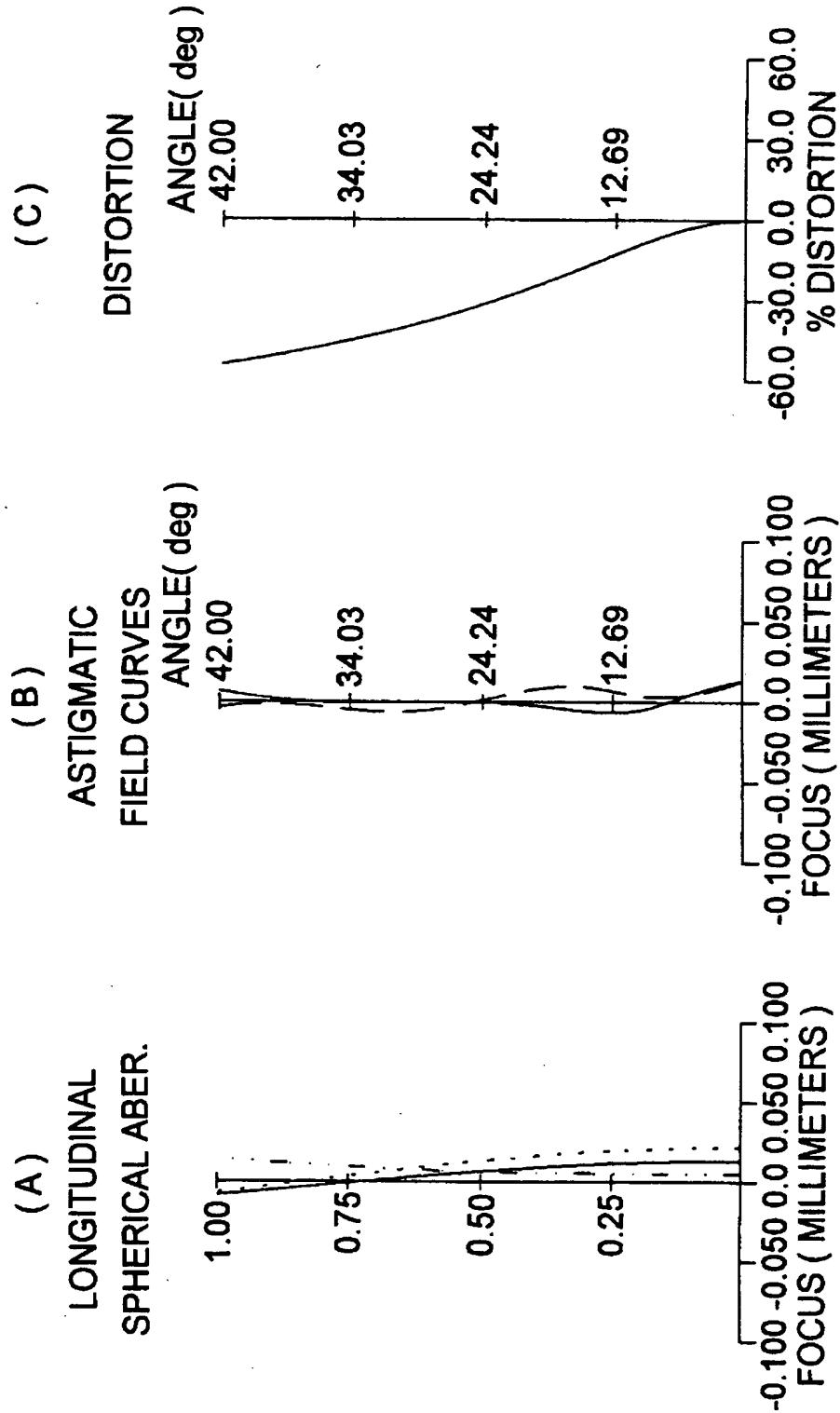
【図8】



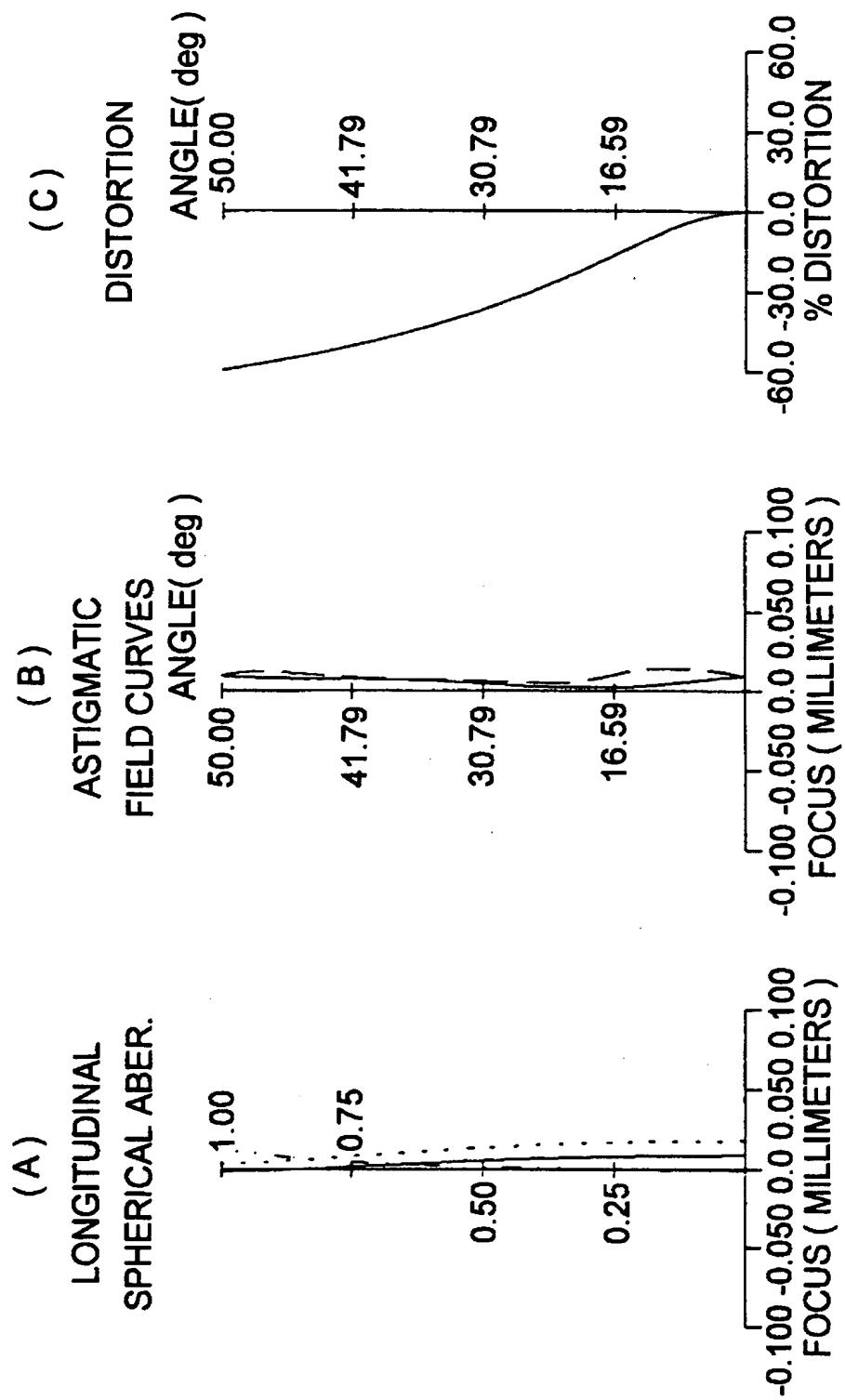
【図9】



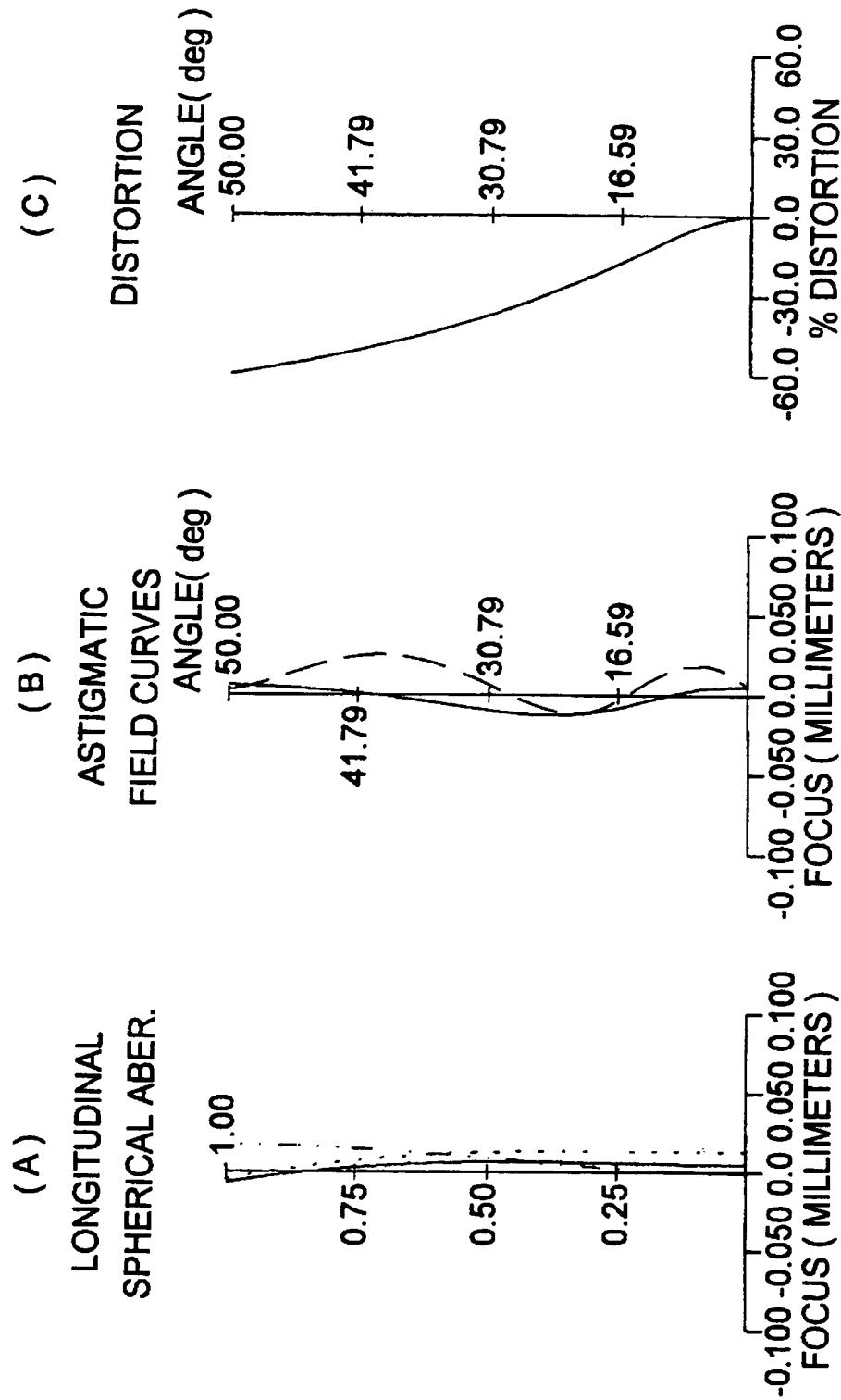
【図10】



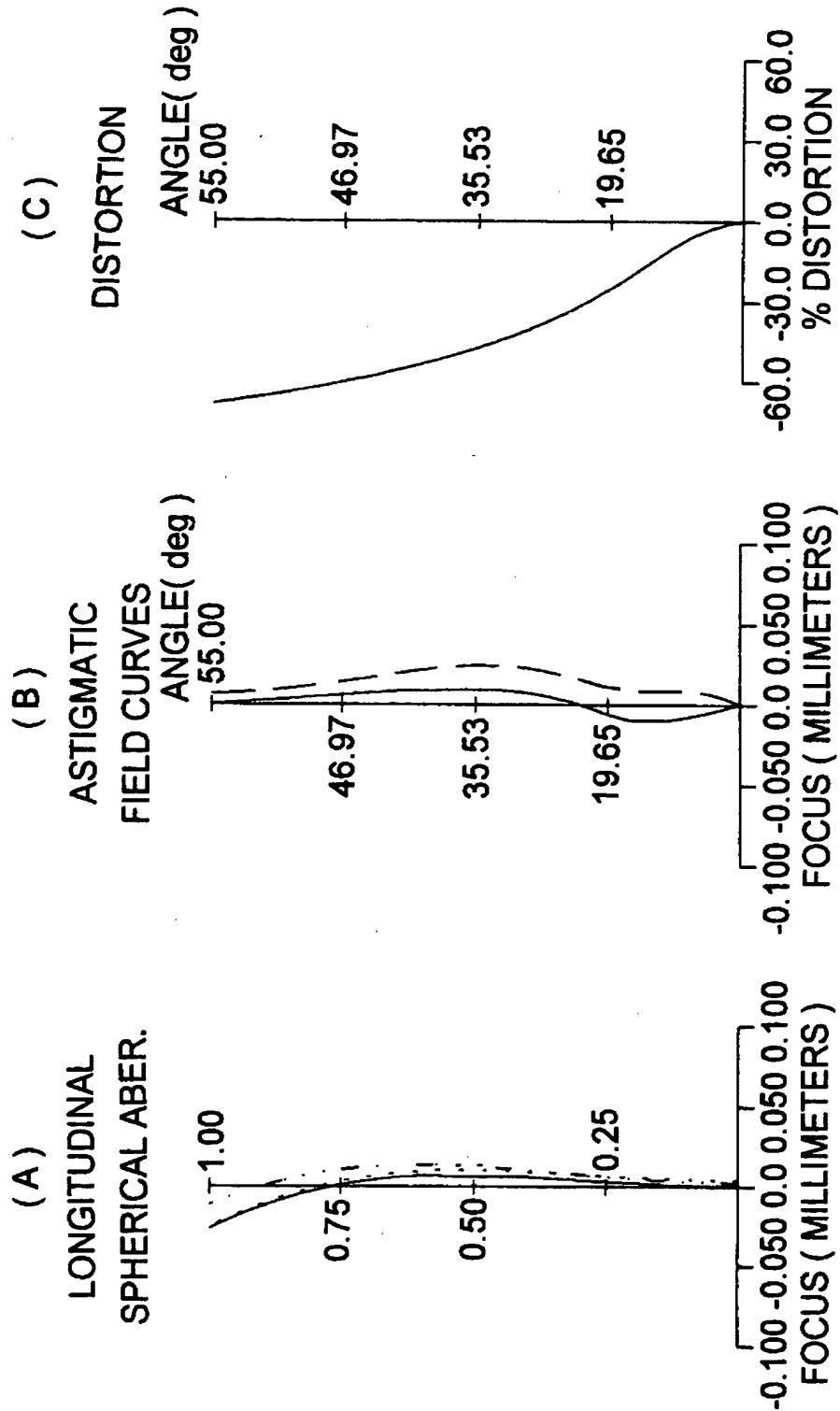
【図11】



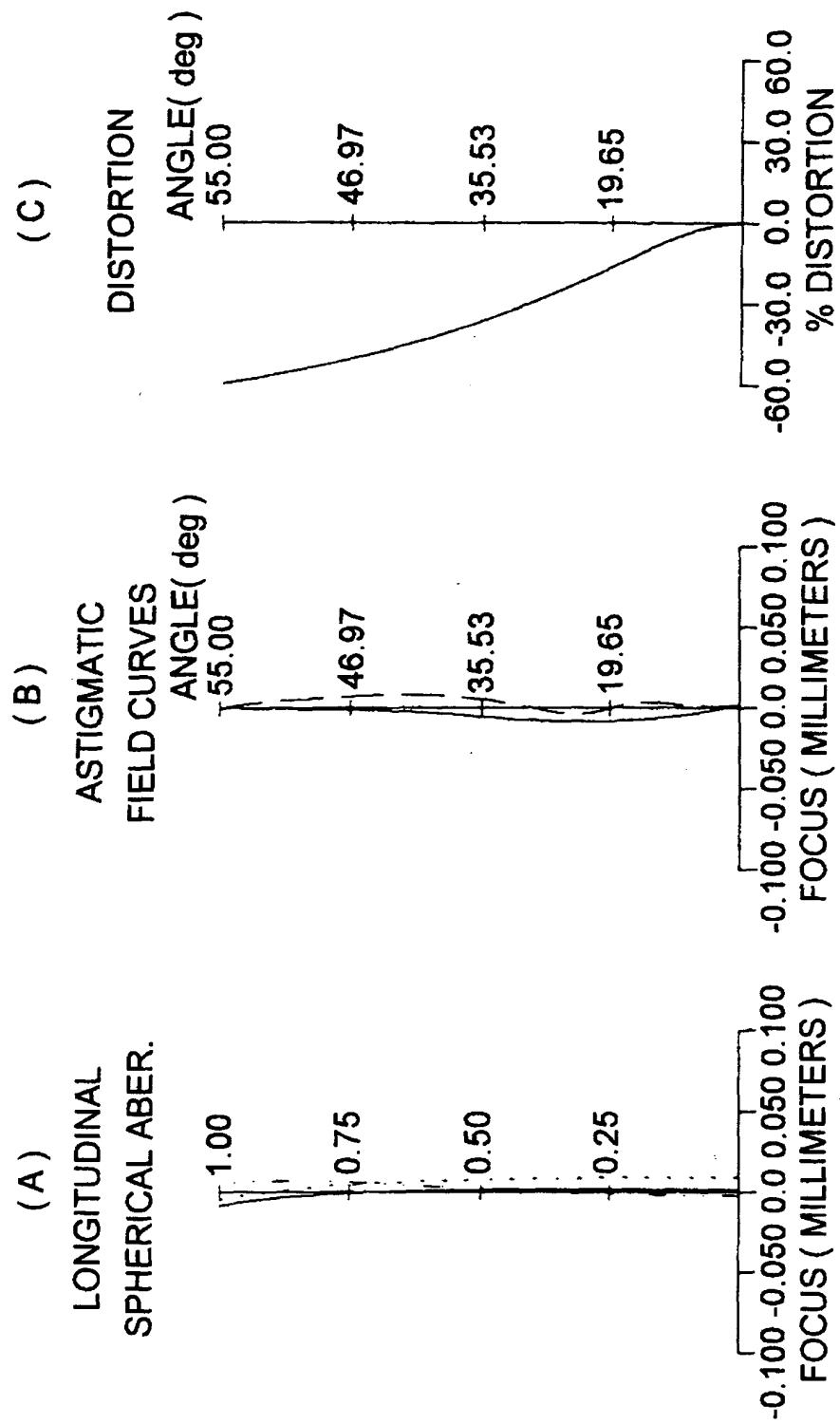
【図12】



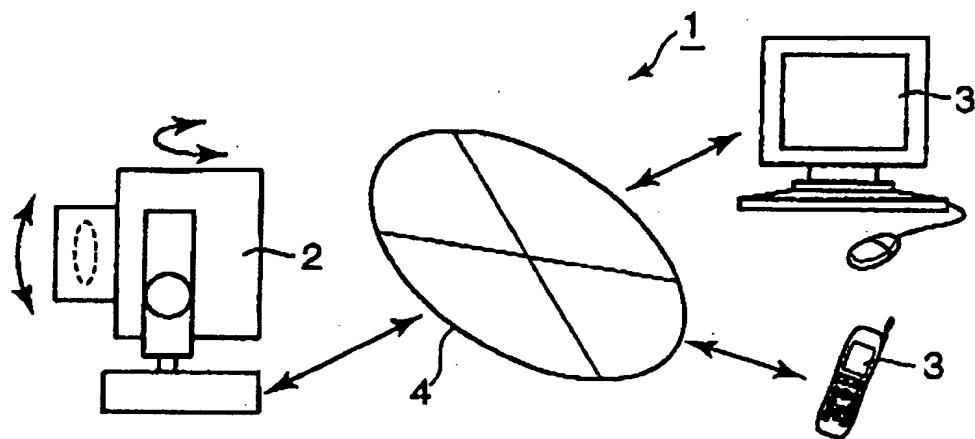
【図13】



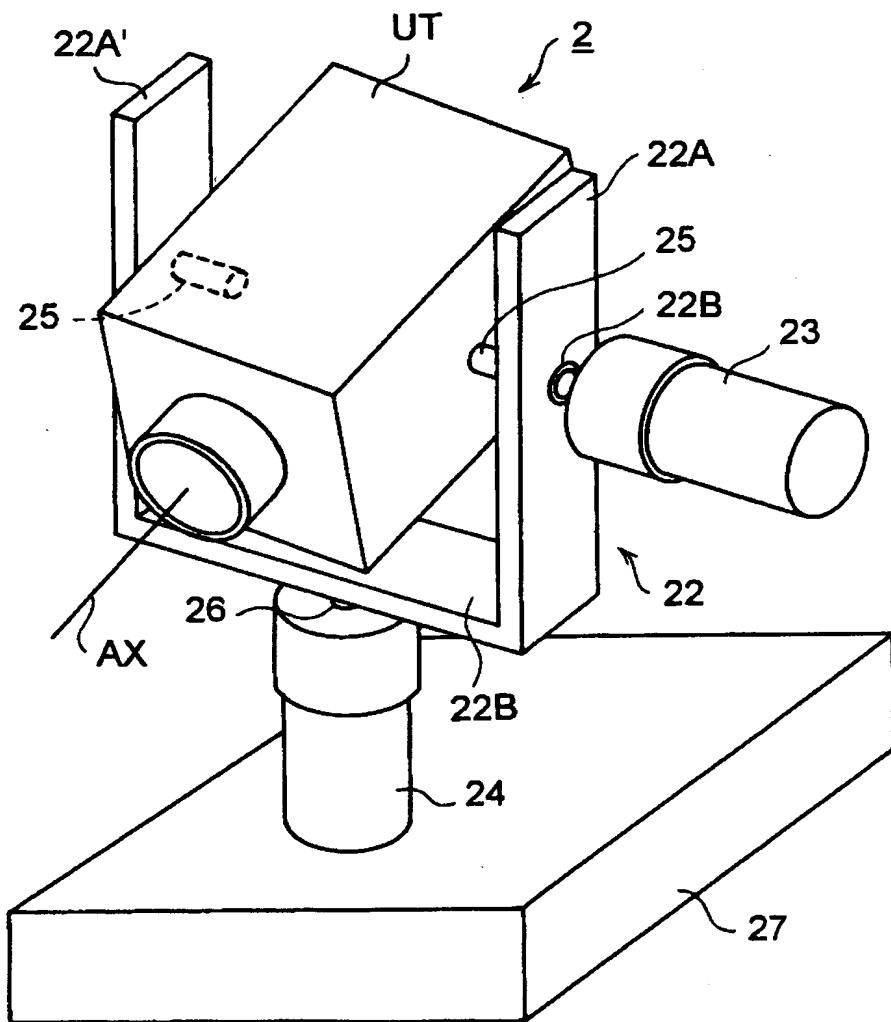
【図14】



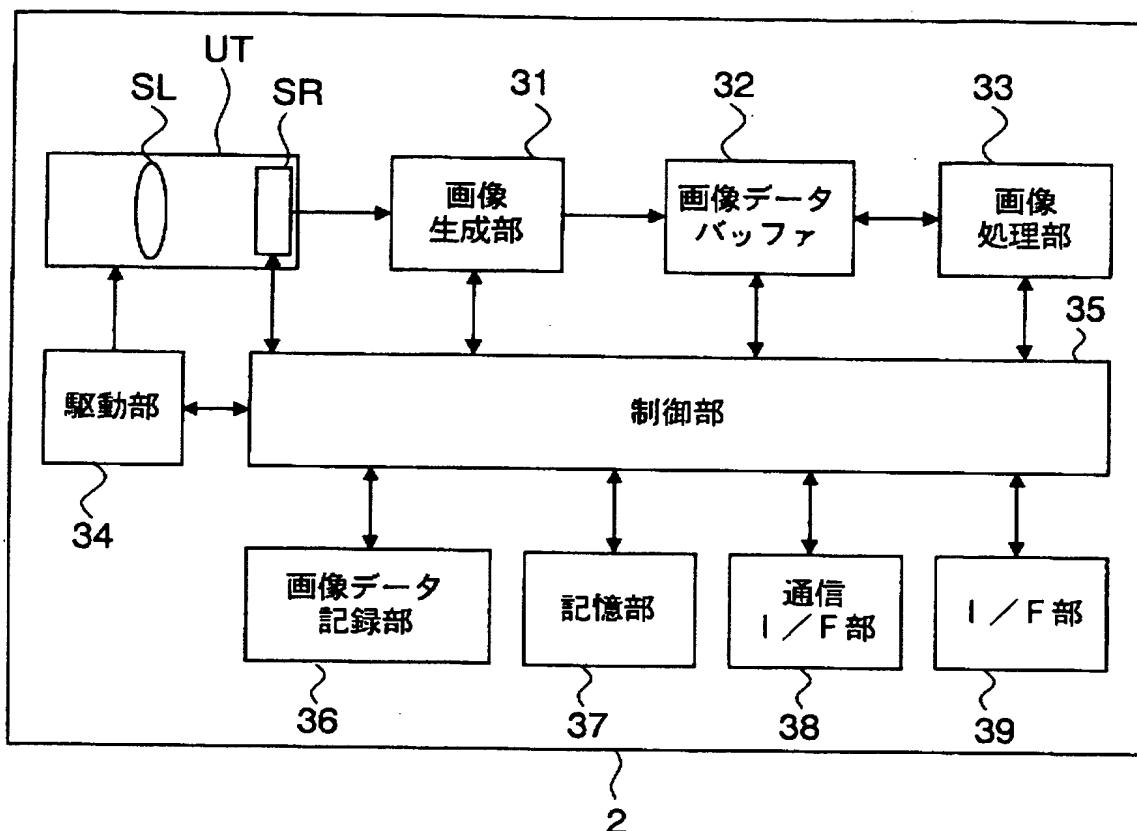
【図15】



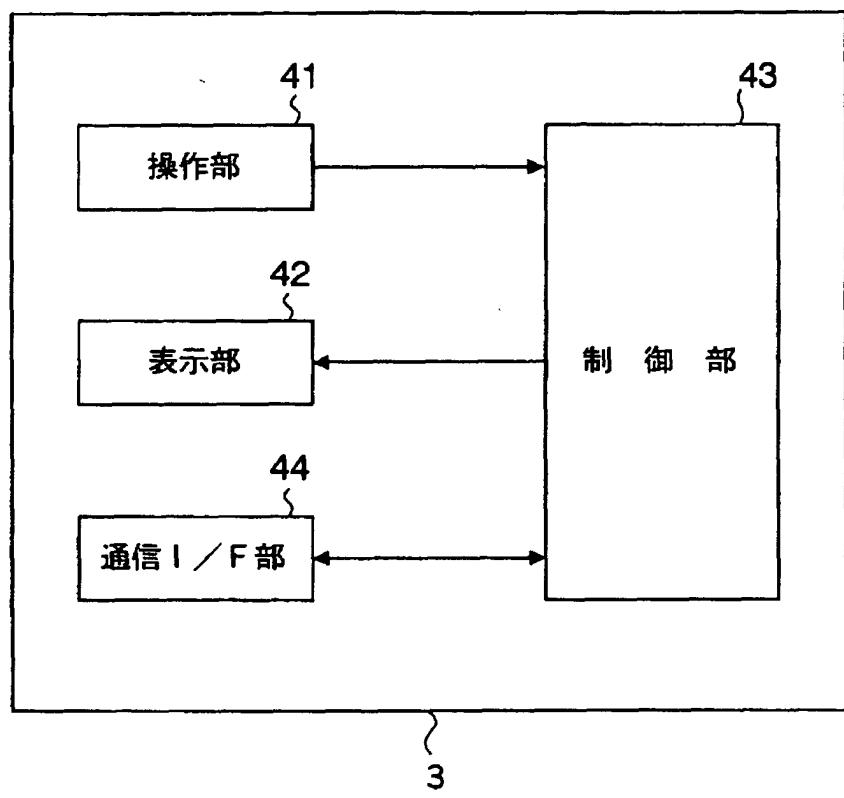
【図16】



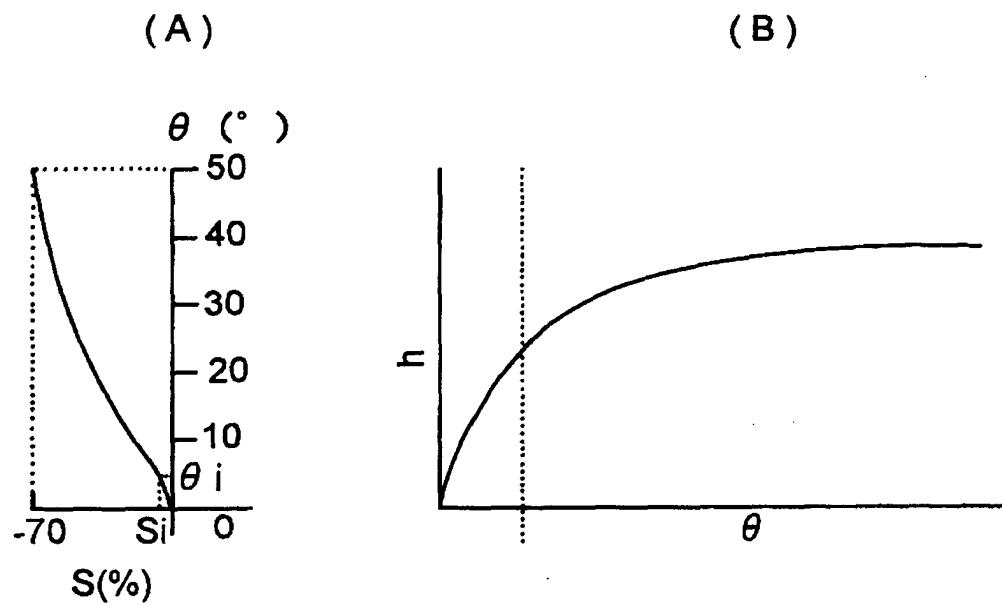
【図17】



【図18】



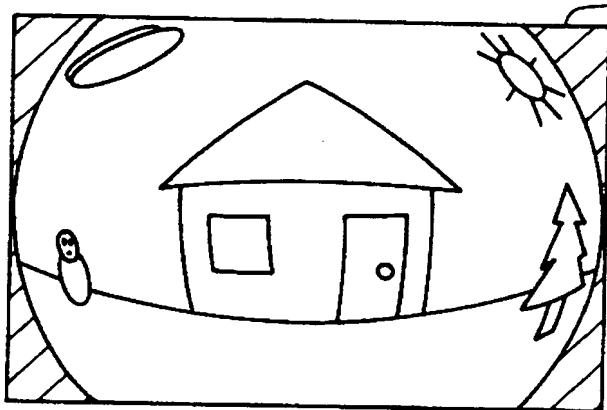
【図19】



【図20】

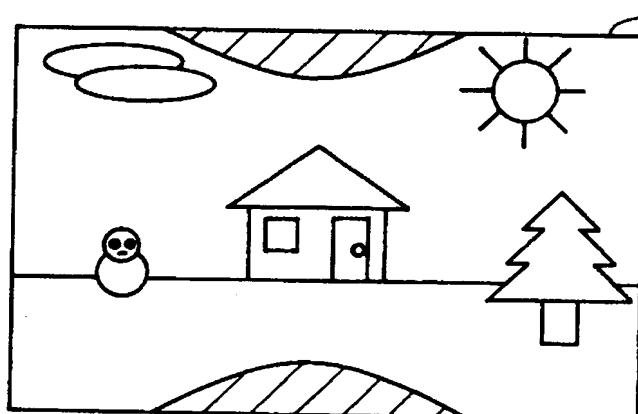
(A)

51

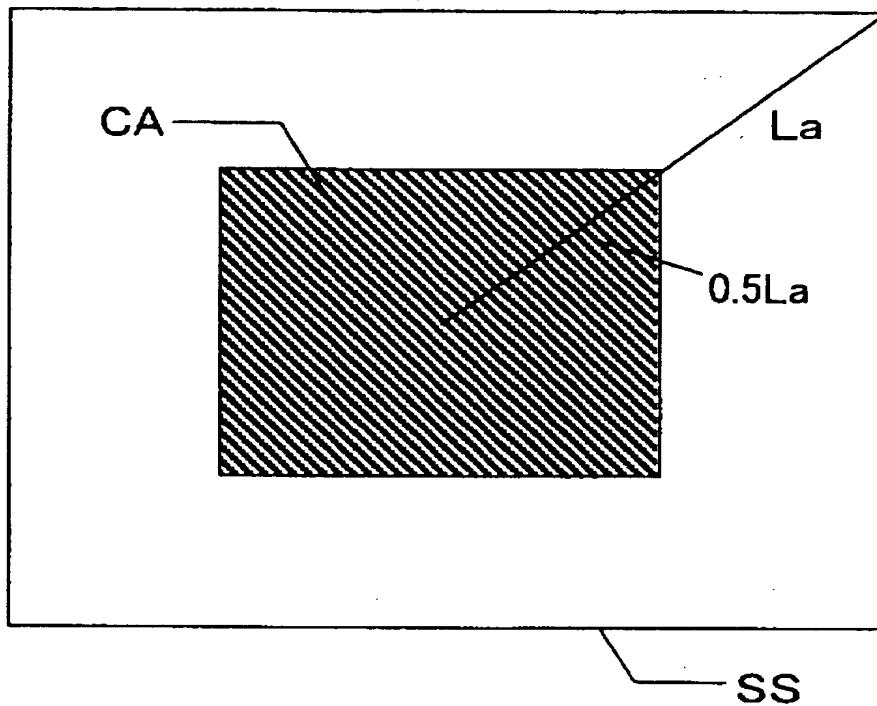


(B)

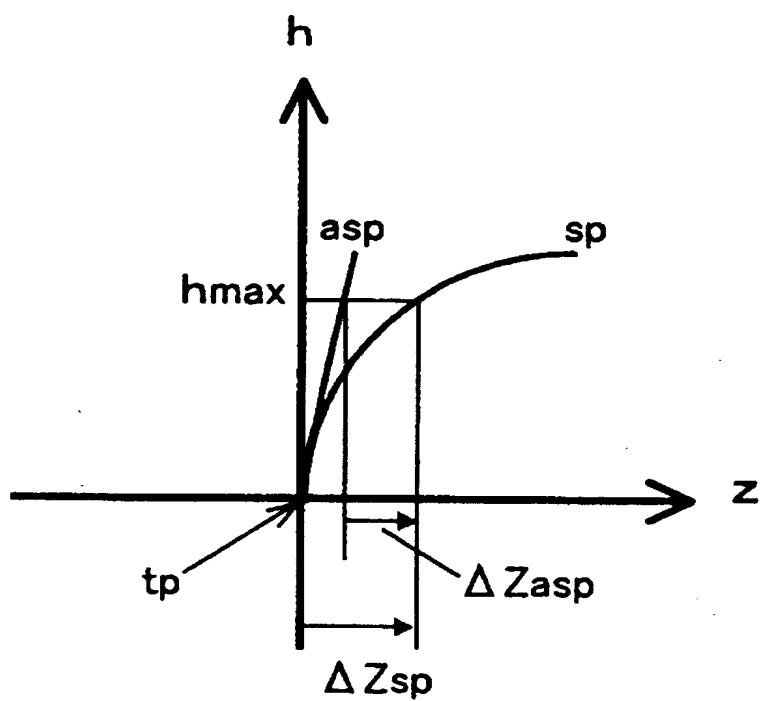
52



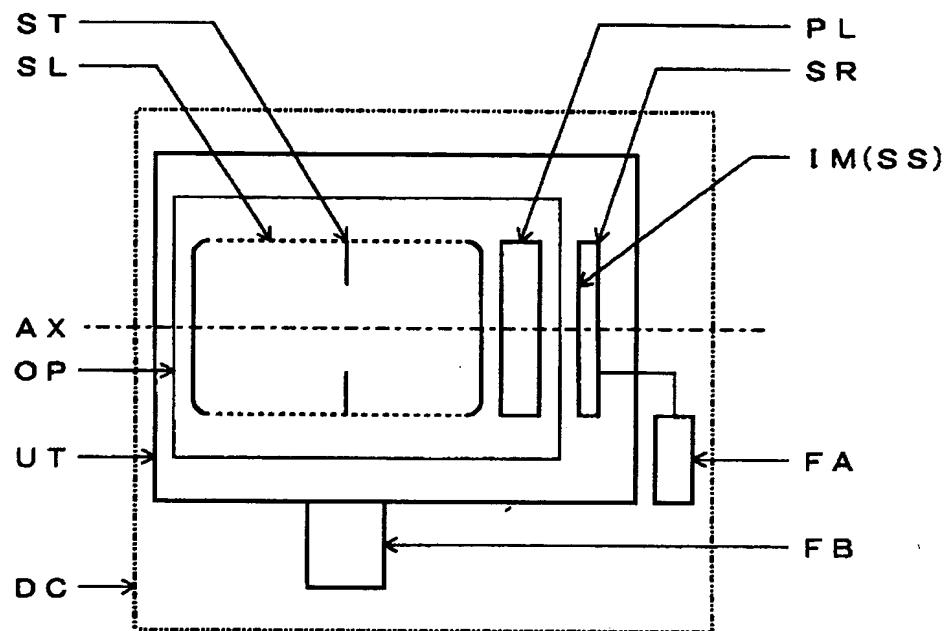
【図21】



【図22】



【図23】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 中心窓レンズの利点を活かしつつ、大口径、コンパクト、高性能な撮像レンズを備えた撮像装置を提供する。

【解決手段】 光学像を電気的な信号に変換する撮像素子、その撮像素子の受光面上に光学像IMを形成する撮像レンズSLを備える。撮像レンズSLは、その最も物体側のレンズ面s1が、レンズ中央部で正の光学的パワー、レンズ周辺部で負の光学的パワーを有する面形状の非球面であり、条件式： $-90 < Da < -20$ (Da：撮像素子の受光面の対角方向の最大半画角での歪曲収差%)を満足する。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000006079]

1. 変更年月日 1994年 7月20日

[変更理由] 名称変更

住 所 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
氏 名 ミノルタ株式会社